



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE LOS TIEMPOS Y
MOVIMIENTOS EMPLEADOS EN EL ÁREA DE
FUNDICIÓN DE LA EMPRESA CEDAL S.A.”**

CORREA BAUTISTA GERMÁN OSWALDO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2011-12-20

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

CORREA BAUTISTA GERMÁN OSWALDO

Titulada:

**“ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE LOS TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
EMPLEADOS EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA CEDAL S.A.”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Geovanny Novillo Andrade.

DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. M.Sc. Marcelino Fuertes.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Patricia Núñez Viteri.

ASESORA DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CORREA BAUTISTA GERMÁN OSWALDO

TÍTULO DE LA TESIS: “ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE LOS TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EMPLEADOS EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA CEDAL S.A.”

Fecha de Examinación: 2013-05-27

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Gloria Miño C. PRESIDENTA TRIB. DEFENSA			
Ing. M.Sc. Marcelino Fuertes DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Patricia Núñez Viteri. ASESORA DE TESIS			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Gloria Miño Cascante.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN

Ing. M.Sc. MARCELINO FUERTES, Ing. PATRICIA NÚÑEZ, en su orden Director y Asesora del Tribunal de Tesis de Grado desarrollado por el señor Egresado: **CORREA BAUTISTA GERMÁN OSWALDO.**

CERTIFICAN:

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Industrial, carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. M.Sc. Marcelino Fuertes.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Patricia Núñez
ASESORA DE TESIS

DERECHOS DE AUTORÍA

El presente trabajo de grado que se presenta, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Correa Bautista Germán Oswaldo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas aquellas personas que de una y otra forma, con su experiencia y formación técnica, colaboraron para que la investigación llegue a su finalización.

A mi madre y hermanas que significan un ejemplo de superación, estabilidad familiar y la perfecta entrega de amor.

Germán Correa Bautista

DEDICATORIA

A mi madre y hermanas que con amor y sacrificio, supieron motivarme moral y materialmente para culminar mis estudios superiores que me he capacitado para un futuro mejor y que siempre pondré al servicio del bien, la verdad, y la justicia y así asegurarme una vida digna y clara en el futuro.

Germán Correa Bautista

RESUMEN

Se ha implementado el Estudio Técnico Económico de los Tiempos y Movimientos empleados en el Área de Fundición de la empresa Cedal S.A. de la ciudad de Latacunga con la finalidad de mejorar los procesos de producción, el uso de los recursos, e incrementar el nivel de productividad de la empresa; para llegar a este objetivo se utilizaron mecanismos como: observación directa de los procesos de producción de los puestos de trabajo y diálogos con el personal, así se determinó el proceso actual de producción que emplea la empresa en su línea de producción.

La investigación incluye diagramas de procesos, diagramas de recorridos, diagramas de flujo de procesos y diagramas hombre máquina los mismos que permiten detectar actividades innecesarias y tiempos muertos durante el proceso de fabricación. Además se realizó un análisis ergonómico de dos puestos de trabajo existentes en el área de fundición, para determinar el puesto de trabajo con mayor incidencia ergonómica se utilizó una encuesta, cuyos resultados nos ayudaron a presentar alternativas de solución para mejorar el rendimiento de los trabajadores, es decir, puesto de trabajo en el cual se rotara el personal para evitar la fatiga del operario.

Como resultado se obtiene un estudio técnico económico comparativo, donde se detallan las inversiones a realizar y los costos de la implementación del estudio. Con aplicación de estos cambios se espera un aumento de la productividad, reducción de costos de fabricación y minimizar riesgos ergonómicos.

SUMMARY

It has been implemented the Economical and Technical Study of Times and Movements used in the Melting Area at Cedal S.A Enterprise in Latacunga city in the aim to improve production processes, the usage of resources , and to increase the productivity level; in order to get these objectives, tools like direct observation of production processes at working sites and dialogues with personnel were applied, so it was determined the nowadays production process used by the enterprise in its production line.

The research includes process diagrams, tracks diagrams, flow diagrams, and man-machine diagrams which permit to detected unnecessary activities and non productive times during the manufacturing process. It was also carried out an ergonomic analysis on two working sites existing at the Melting area; in order to determine the working site with major ergonomic incidence a survey was used whose results helped us to propose solution alternatives oriented to improve the workers performance, that is, a working site in which personnel will work in turns to avoid the operator fatigue.

The result is with a comparative economical and technical study, where investments to be carried out and implementation costs of the study are detailed. Through the implementation of these changes, it is expected to get an increase in productivity, a manufactured cost diminishing and to minimize ergonomic risks.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	Pág.
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	<i>Objetivo general.....</i>	2
1.3.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	2
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Productividad.....	3
2.1.1	<i>Medición de la productividad.....</i>	3
2.1.2	<i>Índice de productividad.....</i>	4
2.2	Métodos y tiempos de trabajo.....	4
2.2.1	<i>Introducción al estudio de mediciones de trabajo.....</i>	4
2.2.2	<i>Métodos de trabajo.....</i>	4
2.2.3	<i>Influencia de los métodos de trabajo en la producción.....</i>	5
2.2.4	<i>Tiempos de trabajo.....</i>	5
2.3	Diagramas de métodos de trabajo.....	6
2.3.1	<i>Diagrama de proceso.....</i>	6
2.3.2	<i>Diagrama de recorrido.....</i>	7
2.4	Condiciones de trabajo.....	9
2.4.1	<i>Ruido.....</i>	9
2.4.2	<i>Temperatura.....</i>	10
2.4.3	<i>Ventilación.....</i>	10
2.4.4	<i>Iluminación.....</i>	10
2.4.5	<i>Acondicionamiento cromático.....</i>	10
2.5	Ergonomía.....	11
2.5.1	<i>Como identificar problemas ergonómicos.....</i>	11
2.5.2	<i>Ergonomía del trabajo.....</i>	12
2.6	Puestos de trabajo.....	12
2.6.1	<i>Introducción.....</i>	12
2.6.2	<i>Antropometría y diseño.....</i>	12
2.6.3	<i>Principios para el diseño del lugar del trabajo.....</i>	13
2.7	Distribución de planta.....	13
2.7.1	<i>Causas de cambios en la distribución de planta.....</i>	14
2.8	Costos de producción.....	14
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA ACTUAL DEL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA CEDAL S.A	
3.1	Estructura administrativa.....	16
3.1.1	<i>Reseña histórica.....</i>	16
3.1.2	<i>Información general de la empresa.....</i>	17
3.1.3	<i>Misión, visión, principios corporativos.....</i>	17
3.1.4	<i>Organigrama general de la planta.....</i>	18
3.1.5	<i>Estructura funcional.....</i>	19
3.2	Personal existente en la área de fundición.....	20

3.3	Análisis del proceso productivo de la planta CEDAL S.A.....	20
3.4	Materia prima.....	23
3.4.1	<i>Chatarras utilizadas en el proceso de fundición.....</i>	23
3.4.2	<i>Elementos de aleación e insumos principales.....</i>	25
3.5	Maquinaria.....	30
3.6	Control de calidad.....	33
3.7	Estudio del método actual de trabajo.....	33
3.8	Proceso de fundición.....	34
3.8.1	<i>Análisis del proceso productivo de fundición.....</i>	39
3.8.2	<i>Diagrama de flujo del proceso de fundición.....</i>	41
3.8.3	<i>Análisis del proceso de compactado método actual.....</i>	44
3.8.3.1	<i>Diagrama de flujo método actual.....</i>	45
3.8.3.2	<i>Diagrama de proceso método actual.....</i>	46
3.8.3.3	<i>Diagrama hombre máquina método actual.....</i>	47
3.8.3.4	<i>Diagrama de recorrido método actual.....</i>	48
3.8.4	<i>Análisis de producción de método actual.....</i>	48
3.8.5	<i>Análisis de costos de fabricación método actual.....</i>	49
3.8.6	<i>Análisis del proceso de corte de billets método actual.....</i>	51
3.8.6.1	<i>Diagrama de flujo método actual.....</i>	52
3.8.6.2	<i>Diagrama de proceso de método actual.....</i>	52
3.8.6.3	<i>Diagrama hombre máquina método actual.....</i>	52
3.8.7	<i>Análisis de producción método actual.....</i>	53
3.8.8	<i>Análisis de costos de fabricación método actual.....</i>	54
3.8.9	<i>Análisis de los parámetros del proceso de control de colado (especialista) método actual.....</i>	56
3.8.9.1	<i>Diagrama de flujo método actual.....</i>	58
3.8.9.2	<i>Diagrama de proceso método actual.....</i>	58
3.8.9.3	<i>Diagrama de recorrido método actual.....</i>	58
3.8.10	<i>Análisis de producción y rechazos método actual.....</i>	60
3.8.11	<i>Análisis de costos de fabricación control de colado.....</i>	60
3.8.12	<i>Toma de tiempos.....</i>	63
3.8.13	<i>Determinación del tiempo tipo distribución actual del área de fundición, máquina briqueteadora.....</i>	64
3.8.14	<i>Hoja de observaciones.....</i>	65
3.8.14.1	<i>Lecturas individuales actual.....</i>	66
3.8.14.2	<i>Número de ciclos a cronometra.....</i>	66
3.8.14.3	<i>Tiempo actual.....</i>	67
3.8.15	<i>Análisis de las condiciones de trabajo actual.....</i>	67
3.9	Evaluación de esfuerzos y fatiga con el método actual de trabajo en sierra loma método utilizado INSHT.....	72
3.10	Evaluación a la exposición térmica método actual.....	77
3.11	Distribución actual de los puestos de trabajo en el área de fundición.....	81
4.	PROPUESTA DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA CEDAL S.A	
4.1	Métodos propuestos de trabajo.....	82
4.1.1	<i>Diagrama de flujo para briqueteado y corte en sierra loma propuesto.....</i>	86
4.1.2	<i>Diagrama de proceso de briqueteado y corte en sierra loma propuesto.....</i>	87

4.1.3	<i>Diagrama hombre máquina briqueteado y corte en sierra loma propuesto.....</i>	90
4.1.4	<i>Diagrama de recorrido propuesto.....</i>	99
4.1.5	<i>Resultados de producción de briqueteado y corte en sierra loma método propuesto.....</i>	99
4.1.6	<i>Resultados de costos de fabricación de briqueteado y corte en sierra loma propuesto.....</i>	100
4.1.7	<i>Diagrama de flujo del control del proceso de colado propuesto.....</i>	105
4.1.8	<i>Diagrama de proceso de control del proceso.....</i>	105
4.1.9	<i>Resultado de producción y rechazos de billets método propuesto.....</i>	105
4.1.10	<i>Resultados de costos de fabricación del control de proceso propuesto.....</i>	107
4.1.11	<i>Diagrama de recorrido propuesto.....</i>	110
4.2	<i>Estudio de tiempos propuestos.....</i>	110
4.3	<i>Análisis ergonómico de los puestos y condiciones de trabajo.....</i>	111
4.4	<i>Distribución propuesta final del área de fundición.....</i>	112
5.	ANÁLISIS ECONÓMICO - PRODUCTIVO COMPARATIVO	
5.1	<i>Análisis de productividad actual.....</i>	113
5.2	<i>Análisis de productividad propuesto.....</i>	114
5.3	<i>Resultados de los indicadores de productividad.....</i>	115
5.4	<i>Análisis diario de incremento monetario.....</i>	116
5.5	<i>Inversiones.....</i>	117
5.5.1	<i>Detalles de la inversión.....</i>	117
5.5.2	<i>Inversión total.....</i>	118
5.5.3	<i>Periodo de recuperación de capital permanente.....</i>	118
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	<i>Conclusiones.....</i>	120
6.2	<i>Recomendaciones.....</i>	121

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Horno de fundición de aluminio.....	20
2 Área de matricería.....	21
3 Área de extrusión.....	21
4 Anodizado.....	22
5 Área de pintura.....	22
6 Empaque.....	23
7 Chatarra nacional.....	23
8 Chatarra importada.....	24
9 Chatarra cedal.....	24
10 Aluminio primario.....	25
11 Silicio.....	26
12 Magnesio.....	26
13 Tibor.....	27
14 Inyección de argón en el desgasificador.....	27
15 Nitruro de boro.....	28
16 Fibra cerámica.....	28
17 Colchoneta de fibra cerámica.....	29
18 Varillas de grafito.....	29
19 O-Ring.....	30
20 Horno de fundición.....	30
21 Horno homogenizado.....	31
22 Sierra loma.....	31
23 Briqueteadora.....	32
24 Espectrómetro.....	32
25 Chatarra.....	34
26 Diagrama de flujo para recepción de chatarras.....	34
27 Carga de chatarra al horno de fundición.....	35
28 Casting.....	35
29 Salida del casting al desgasificador.....	36
30 Salida del aluminio del molde.....	36
31 Corte de los billets.....	37
32 Salida de los billets y marcación.....	37
33 Almacenamiento de billets.....	37
34 Llenado de billets sin homogenizar en el carro de carga.....	38
35 Horno de homogenizado.....	38
36 Salida de los billets del horno de homogenizado.....	38
37 Corte de billets en sierra loma y almacenaje.....	39
38 Diagrama de flujo del proceso de fundición.....	41
39 Producción mensual de briqueteado utilizando método actual.....	49
40 Producción mensual de corte en sierra loma método actual.....	54
41 Producción bruta método actual.....	58
42 Rechazos por fuera de aleación método actual.....	59
43 Producción neta método actual.....	59
44 Recobrado de prensas extrusión.....	63

45	Zonas corporales afectadas en el briqueteado.....	68
46	Zonas corporales afectadas en el corte de billets.....	69
47	Zonas corporales afectadas en el proceso de colado.....	71
48	Voto medio estimado.....	80
49	Porcentaje de personas insatisfechas.....	80
50	Balance térmico.....	81
51	Delantal aluminizado.....	81
52	Filtro cerámico.....	81
53	Posición del filtro cerámico propuesto.....	84
54	Aglutinamiento de las grasas en la cisterna.....	84
55	Producción mensual de briqueteado método propuesto.....	100
56	Producción mensual de corte de sierra loma método propuesto.....	103
57	Producción bruta método actual.....	106
58	Rechazos acumulados método propuesto.....	106
59	Producción neta método propuesto.....	107
60	Recobrado de prensas extrusión propuesta.....	115
61	Indicadores de productividad.....	115
62	Indicadores de productividad.....	115

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Calificación del nivel de ruido.....	9
2 Niveles de iluminación de acuerdo al tipo de tarea.....	10
3 Personal que labora en el área de fundición.....	20
4 Composición química de aleaciones de aluminio.....	30
5 Parámetros de aleaciones de aluminio.....	33
6 Producción mensual de compactado de viruta método actual.....	48
7 Costo maquinaria briqueteadora.....	49
8 Costo servicios básicos briqueteadora.....	50
9 Depreciación briqueteadora.....	50
10 Costos fijos briqueteadora.....	50
11 Costos variables briqueteadora.....	50
12 Precio unitario briquetas kilogramos.....	51
13 Costo de producción briquetas método actual.....	51
14 Producción mensual de sierra loma método actual.....	53
15 Costo maquinaria sierra loma.....	54
16 Costo servicios básicos sierra loma.....	55
17 Depreciación sierra loma.....	55
18 Costos fijos sierra loma.....	55
19 Costos variables sierra loma.....	55
20 Precio unitario sierra loma kilogramos.....	56
21 Costo de producción sierra loma método actual.....	56
22 Producción bruta método actual.....	58
23 Rechazos fuera de aleación método actual.....	59
24 Producción neta método actual.....	59
25 Costo maquinaria horno fundición.....	60
26 Costo servicios básicos proceso de colado.....	60
27 Depreciación horno.....	61
28 Costos fijos control del proceso.....	61
29 Costos variable control del proceso.....	61
30 Precio unitario billets kilogramos.....	62
31 Costo de producción control del proceso método actual.....	62
32 Recobrado de prensas extrusión método actual.....	62
33 Hoja de observación.....	65
34 Lecturas individuales cálculo de tomas.....	66
35 Lesiones, síntomas, causas típicas en el briqueteado.....	68
36 Lesiones, síntomas, causas típicas en el corte de billets.....	70
37 Lesiones, síntomas, causas típicas en el proceso de colado.....	71
38 Datos del estudio para sierra loma método de INSHT.....	73
39 Evaluación manipulación de carga método de INSHT.....	74
40 Evaluación condiciones ergonómicas del puesto de trabajo método de INSHT.....	75
41 Evaluación condiciones ergonómicas individuales del trabajador método de INSHT....	75
42 Análisis de los resultados sierra loma método de INSHT.....	76
43 Análisis de los resultados sierra loma método de INSHT.....	77
44 Datos del estudio del control del proceso método FANGER.....	78

45	Evaluación de las sensación térmica en el control del proceso método FANGER.....	79
46	Hoja de características técnicas del biodispersantetowerclean 73550.....	85
47	Producción mensual de compactado de viruta método propuesto.....	99
48	Costo maquinaria briqueteadora.....	100
49	Costo servicios básicos briqueteadora.....	100
50	Depreciación briqueteadora.....	101
51	Costos fijos briqueteadora.....	101
52	Costos variables briqueteadora.....	101
53	Precio unitario briquetas kilogramos.....	101
54	Costo de producción briquetas método propuesto.....	102
55	Producción mensual de corte de billets en sierra loma método propuesto.....	102
56	Costo maquinaria sierra loma.....	103
57	Costo servicios básicos sierra loma.....	103
58	Depreciación sierra loma.....	104
59	Costos fijos sierra loma.....	104
60	Costos variables sierra loma.....	104
61	Precio unitario sierra loma kilogramos.....	104
62	Costo de producción sierra loma método propuesto.....	105
63	Producción bruta método propuesto.....	105
64	Rechazos acumulados método propuesto.....	106
65	Producción neta método propuesto.....	107
66	Costo maquinaria horno fundición.....	107
67	Costo servicios básicos proceso de colado.....	108
68	Depreciación horno.....	108
69	Costos fijos control del proceso.....	108
70	Costos variable control del proceso.....	108
71	Precio unitario billets kilogramos.....	109
72	Costo de producción control del proceso método propuesto.....	109
73	Recobrado de prensas extrusión propuesto.....	109
74	Indicadores de productividad.....	115
75	Incremento diario monetario de briqueteado.....	116
76	Incremento diario monetario de sierra loma.....	116
77	Incremento diario monetario de control de proceso.....	116
78	Bomba dosificadora.....	117
79	Reubicación sierra loma.....	117
80	Capacitación.....	118
81	Inversión total permanente.....	118
82	Costo de operación.....	119

LISTA DE ABREVIACIONES

AQL	Material para selección y limpieza.
CEDAL	Corporación Ecuatoriana de Aluminio.
CF	Costo fijo.
Cr	Cromo.
CT	Costo total.
Cu	Cobre.
CV	Costo variable.
dBA	Decibeles.
Fe	Hierro.
FR	Factor ritmo.
K	Suplementos de trabajos.
Kg	Kilogramo
Mg	Magnesio.
Mn	Manganeso.
P	Índice de productividad.
PU	Precio unitario
PV	Precio de venta.
S.A.	Sociedad Anónima.
Si	Silicio.
Ti	Titanio.
TN	Tiempo normal.
TR	Tiempo reloj.
Tt	Tiempo tipo.
Vs	Versus.
Zn	Zinc.

LISTA DE ANEXOS

- A** Diagrama de recorrido de briqueteado método actual.
- B** Diagrama de flujo del proceso de corte en sierra loma método actual.
- C** Diagrama de proceso de corte en sierra loma método actual.
- D** Diagrama hombre máquina de corte en sierra loma método actual.
- E** Diagrama de flujo del proceso de control de colado método actual.
- F** Diagrama de proceso del control de proceso de colado método actual.
- G** Distribución actual de los puestos de trabajo.
- H** Diagrama de recorrido de briqueteado y corte en sierra loma método propuesto.
- I** Diagrama de flujo del control del proceso de colado propuesto.
- J** Diagrama de proceso de control del proceso.
- K** Distribución propuesta final del área de fundición.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A., CEDAL, es una compañía ecuatoriana constituida en el año 1974, con el propósito de producir y comercializar perfilería y otros productos extruidos de aluminio para uso arquitectónico y estructural.

Inició sus actividades productivas en el año 1976, y actualmente es el líder en la producción y distribución de perfiles de aluminio en el Ecuador con más de 40 distribuidores exclusivos en todo el país.

CEDAL actualmente cuenta con dos prensas de extrusión de siete pulgadas con una capacidad de 1700 toneladas métricas de presión cada una, posee una línea completa de anodizado, una línea de pintura electrostática y un horno de fundición horizontal que permite reciclar sus despuntes y fabricar lingotes de aluminio de alta calidad. Para producir la perfilería de aluminio, CEDAL cumple con los siguientes procesos:

- Fundición
- Matricería
- Extrusión
- Anodizado
- Pintura electrostática
- Empaque

CEDAL es ampliamente reconocida en el mercado nacional y extranjero por la calidad de sus productos, la confiabilidad e integridad de la empresa y su valiosa contribución al desarrollo de la industria del aluminio y la construcción.(CEDAL, 2013)

1.2 Justificación

En la actualidad, la industria ecuatoriana está mejorando todos sus procesos, con el fin de tener un producto de excelente calidad, de igual forma la Industria de extrusión de aluminio “CEDAL” ha iniciado un proceso de análisis y optimización de todos sus recursos para obtener una mayor productividad. En este contenido se hace indispensable presentar la propuesta de “Estudio técnico económico de los tiempos y movimientos, empleados en el área de fundición de la empresa CEDAL S.A Latacunga.”, la misma que pueda ser aplicada con facilidad, para que se adapte de forma natural al desarrollo de la empresa.

Entonces con esta investigación se pretende determinar los problemas existentes en la empresa, clasificarlos de acuerdo a su incidencia en el proceso, proporcionando finalmente soluciones acertadas, viables acorde a los requerimientos industriales, técnicos y económicos que vayan en beneficio de todos quienes conforman la empresa; generando así un ambiente de satisfacción principalmente en la sociedad trabajadora.

En definitiva, esta propuesta pretende mejorar la productividad del área de fundición mediante la correcta utilización de los recursos que permitirá minimizar costos y maximizar los beneficios.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Realizar el estudio técnico económico de los tiempos y movimientos, empleados en el área de fundición de la Empresa CEDAL S.A.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Analizar la situación actual de la planta de fundición.

Determinar los tiempos y movimientos de cada puesto de trabajo.

Proponer un método mejorado de trabajo.

Realizar el análisis comparativo de costos actuales vs propuestos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Productividad

Según la Oficina Internacional del Trabajo, la productividad suele definirse como la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla, definición que puede aplicarse a distintos niveles de análisis (empresa, sección, economía de un país, etc.). Así también, puede ser reducida para fines operacionales al equilibrio aritmético entre lo que se invierte en recursos y la cantidad de bienes o servicios obtenidos.

La productividad es variable, y esta variación de la productividad está ligada a factores como: la planificación del trabajo, la instalación de nuevos equipos, el nivel de experiencia de los trabajadores, la calidad de la información aportada en planos, pautas, normas, etc. (CURRIE, 1979).

2.1.1 Medición de la productividad. En las empresas que miden su productividad, la fórmula que se utiliza con más frecuencia es:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{número de unidades producidas}}{\text{insumos empleados}} \quad (1)$$

Este modelo se aplica muy bien a una empresa manufacturera, taller a quien fabrique un conjunto homogéneo de productos. Sin embargo muchas empresas modernas manufacturan una gran variedad de productos.

La fórmula se convertiría entonces en:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción A} + \text{producción B} + \text{producción C}}{\text{insumos empleados}} \quad (2)$$

Un aumento de la productividad se conseguirá cuando se emplee, para una misma producción, el menor capital, la más pequeña cantidad de materiales, de la calidad suficiente el menor tiempo de fabricación con el mínimo de trabajo, etc.

$$\text{Mayor productividad} = \frac{\text{igual producción}}{\text{menor cuantía de elementos empleados}} \quad (3)$$

$$\text{Mayor productividad} = \frac{\text{mayor producción}}{\text{igual cuantía de elementos empleados}} \quad (4)$$

2.1.2 Índice de productividad. Con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el *índice de productividad* (P), como punto de comparación:

$$P = \frac{100 * (\text{productividad observada})}{\text{estándar de productividad}} \quad (5)$$

La productividad observada es la productividad medida durante un período definido (día, semana, mes, año) en un sistema conocido (taller, empresa, sector económico, departamento, mano de obra, energía, país); El estándar de productividad es la productividad base o anterior que sirve de referencia (RIGGS, 1999).

2.2 Métodos y tiempos de trabajo

2.2.1 Introducción al estudio de métodos y medición del trabajo. El análisis del método y la medición del trabajo son los pilares que sostienen el diseño de los sistemas de trabajo. La finalidad del diseño del trabajo es encontrar las maneras más eficientes de realizar las funciones necesarias.

2.2.2 Métodos de trabajo. El estudio de los métodos de trabajo consiste en el registro, análisis y examen crítico sistemático de los métodos existentes y de las propuestas para llevar a cabo un trabajo, en el desarrollo y aplicación de los métodos más sencillos y eficientes, consiste pues en ver el modo de hacer un trabajo, en mejorar la forma de realizarlo y en adiestrar al personal en los nuevos procedimientos.

2.2.3 *Influencia de los métodos y tiempos de trabajo en la producción*

- *Fabricación:*El análisis de los métodos indica cómo se realiza mejor el trabajo y los tiempos estándar indican en que tiempo se debe hacer.
- *Ingeniería:*Los diseños de productos y equipos incorporan las planeaciones de métodos y procesos.
- *Ventas:*El costo del producto depende en buena parte de los métodos de fabricación y los controles de medición.
- *Relaciones industriales:*Las buenas relaciones laborales son el resultado de salarios equitativos basados en el contenido del trabajo.
- *Control de producción:*El control de cantidad y calidad depende de los tiempos estándares y del análisis del proceso.

2.2.4 *Tiempos de trabajo.*El objetivo del estudio de tiempos es determinar el tiempo estándar para una operación, o sea el tiempo que requiere un operador calificado y totalmente adiestrado para realizar la operación aplicando un método específico y trabajando a ritmo normal, es decir ni muy rápido ni muy lento(NIEBEL, 1996).

2.2.4.1 *Elementos del estudio de tiempos*

*El tiempo de reloj (TR).*Es el tiempo que el operario está trabajando en la ejecución de la Tarea encomendada y que s e mide con el reloj. No se cuentan los paras realizados por el productor, tanto para atender sus necesidades personales como para descansar de la fatiga producida por el propio trabajo.

*El factor de ritmo (FR).*Este nuevo concepto sirve para corregir las diferencias producidas al medir el TR, motivadas por existir operarios rápidos, normales y lentos, en la ejecución de la misma tarea, el coeficiente corrector FR queda calculado al comparar el ritmo de trabajo desarrollados por el productor que realiza la tarea, con el que desarrollaría un operario capacitado normal, y conocedor de dicha tarea.

Tiempo normal (TN). Es el tiempo que un operario capacitado, conocedor del trabajo y desarrollándolo a ritmo normal, emplearía en la ejecución de la tarea objeto del estudio, su valor se determina al multiplicar TR por FR.

Los suplementos de trabajo (K). El objeto fundamental de todos los suplementos es agregar el tiempo suficiente al tiempo de producción para que el trabajador promedio cumpla con el estándar cuando tiene su desempeño estándar.

- Por fatiga, del 2 al 10% dependiendo del trabajo. Si el trabajo es ligero y existen descansos a la mitad de la jornada no se tomará en cuenta suplementos por fatiga.
- Se tomará máximo un 2% por retraso.
- Por necesidades personales, 5% para hombres y 6% para mujeres

$$\text{Suplementos} = \%K * TN = \%K * TR * FR \quad (6)$$

Ciclos de estudio. Para obtener un tiempo justo, será preciso tomar varias veces el tiempo de reloj de cada uno de los elementos para que entre ellos se pueda calcular el que represente a todos ellos compensando las variaciones que pueden existir entre los mismos.

Tiempo tipo. (Tt). Podemos definir al tiempo tipo de una operación, como el tiempo en el cual un operario, trabajando a paso normal, realiza dicha tarea, tomando en cuenta suplementos por fatiga, retraso y necesidades personales (FUERTES, 2000).

2.3 Diagramas de métodos de trabajo

Son representaciones gráficas de las actividades de un proceso que incluyen las demoras, el transporte y el almacenamiento. En estos diagramas se hace una representación más detallada que en los diagramas de operaciones. Es común realizar dos tipos de diagramas de análisis uno tipo material y otro tipo hombre.

2.3.1 Diagramas de los procesos de trabajo. Son representaciones gráficas de la secuencia cronológica de todas las operaciones, a partir del diseño del producto y conociendo por un análisis del mercado y predicciones de venta, la cantidad que se

debe producir, es necesario decidir la forma en que se va a fabricar el producto en el taller o en máquinas, inspecciones, materiales y tiempos, cada acción se halla representada por medio de signos convencionales normalizados por la ASME (ASOCIATION ESTÁNDAR MECHANIC ENGINEERS). Se ha convenido que todas las actividades que pueden intervenir en un proceso de trabajo, pueden reducirse fundamentalmente a cuatro clases de acciones.

- Dentro de cada símbolo aislado o en combinación con otro debe quedarespacio suficiente para escribir.
- Los símbolos deben ser perfectamente combinables.
- Sólo se deben emplear en un sentido u orientación.
- Deben poderse dibujar fácilmente a mano, con suficiente claridad.

2.3.2 Diagrama de proceso. Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones en taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado.

Operación.-Tiene lugar una operación cuando, se modifica intencionalmente un objeto, cuando se desmonta o monta se prepara para otra operación, transporte inspección o almacenaje. También tiene lugar una operación cuando se realiza un cálculo o planteamiento está representado por un círculo mediano.

Transporte.-Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro, salvo cuando el movimiento forma parte de la operación o es originado por el operario en el puesto de trabajo durante una operación o una inspección.

Inspección.-Tiene lugar una inspección cuando se examina un objeto para su identificación, o se verifica la calidad o cantidad en cualquiera de sus características, no contribuye a la conversión del material en producto acabado.

Demora.-Tiene lugar una demora cuando las circunstancias, excepto las inherentes al proceso, no permiten la ejecución inmediata de la acción siguiente prevista.

Almacenaje.-Tiene lugar un almacenaje cuando se guarda o protege un objeto de forma que no se pueda retirar sin la correspondiente autorización(FUERTES, 2000).

2.3.3 *Diagrama de recorrido*. El diagrama de recorrido es un modelo más o menos a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas.

En el diagrama de recorrido, se dibujan sobre un plano líneas que representan el camino recorrido y se insertan los símbolos del diagrama de proceso para indicar lo que se está haciendo, incluyendo breves anotaciones que amplían su significado. El diagrama de recorrido nos sirve para poder mejorar o cambiar la distribución de las máquinas, puestos de trabajo, almacenes y oficinas para obtener un mejor tiempo de producción o una mejor distribución del trabajo. Estos diagramas también pueden ser como los de proceso del tipo hombre o del tipo producto; al igual que los del proceso deben realizarse por separado.

2.3.3.1 *Pasos para realizar un diagrama de proceso y de recorrido*

- Fijar la actividad a estudiar: Decir si el sujeto a seguir es una persona, un producto, una pieza, una materia, o un impreso.
- No cambiar de sujeto durante la construcción del diagrama: Escoger un punto de partida y de llegada definido a fin de estar seguro que se cubrirá el proceso que se quiere estudiar.
- El diagrama del proceso se debe dibujar en una hoja de papel de tamaño adecuado, con el fin de dejar espacio para: encabezamiento, descripción, resumen.
- El encabezamiento debe identificar el proceso a estudiar. El cuerpo del diagrama del proceso debe tener columnas para el recorrido, (distancia en metros), el símbolo, la descripción y, posiblemente para el tiempo. Se deben usar los seis símbolos de los diagramas del proceso según el caso y, si se desea que el análisis sirva para algo, se recogerán todas las fases del proceso. Las fases innecesarias y las ineficaces en el trabajo se han de ver antes de poder eliminarlas.
- Agregar una tabla de resumen al final del diagrama del proceso mostrando el número de operaciones, el número de movimientos de cada clase, la distancia total

recorrida por el objeto de estudio, el número de inspecciones y el de almacenajes y de esperas. Después de estudiar las mejoras se hará un resumen combinando el método antiguo y moderno y las diferencias entre los dos.

- Obtener los planos de los pisos de la fábrica, con la situación de la maquinaria y el equipo utilizado en la fabricación de la pieza. Si no existen dibujarlos a escala. Con frecuencia es conveniente pegar las copias de los planos sobre un tablero o mesa de dibujo y luego recortar las plantillas de cartón que representen las máquinas (a la misma escala del plano). Estas plantillas se pueden utilizar para estudiar los cambios de distribución. A veces se ocupan los modelos tridimensionales en lugar de plantillas.
- Dibujar sobre los planos, a lápiz el recorrido de las piezas, anotando, por medio de flechas la dirección del movimiento (NIEBEL, 1996).

2.4 Condiciones de trabajo

La constante e innovadora mecanización del trabajo, los cambios de ritmo, de producción, los horarios, las tecnologías, aptitudes personales, etc., generan una serie de condiciones que pueden afectar a la salud; estas son las denominadas *Condiciones de trabajo*, a las que podemos definir como “el conjunto de variables que definen la realización de una tarea en un entorno determinando la salud del trabajador en función de tres variables: física, psicológica y social.”

2.4.1 Ruido. Las personas sometidas a altos niveles de ruido a parte de sufrir pérdida de su capacidad auditiva pueden llegar a la sordera, acusan una fatiga nerviosa que es origen de una disminución de la eficiencia humana tanto en el trabajo intelectual como en el manual.

Tabla 1. Calificación del nivel de ruido

Ambiente	DB
Sala de grabación	25
Oficinas	45
Bancos, almacenes	50
Fábricas	50-80

Fuente: O.I.T

2.4.2 Temperatura. La calefacción mejora el ambiente de trabajo, eliminando el frío, reduce las bajas por enfermedades y mantiene el rendimiento de trabajo en las condiciones óptimas.

- A 10°C aparece el agotamiento físico de las extremidades.
- A 18°C son óptimos.
- A 24°C aparece la fatiga física.
- A 30°C se pierde agilidad y rapidez mental, las respuestas se hacen lentas y aparecen los errores.
- A 50°C son tolerables una hora con la limitación anterior.
- A 70°C son tolerables media hora, pero está muy por encima de la posibilidad de actividad física o mental.

2.4.3 Ventilación. Para un número constante de trabajadores, la intensidad de la ventilación debe ser inversamente proporcional al tamaño del local. El objetivo de la ventilación es dispersar el calor producido por las máquinas y los trabajadores, por consiguiente, habría que intensificar la ventilación en los locales en que exista una mayor concentración de máquinas y trabajadores.

2.4.4 Iluminación. Para conseguir una iluminación correcta se deben tener en cuenta, el objetivo principal que se debe alcanzar es que la cantidad de energía luminosa que llegue al plano de trabajo sea la adecuada para la consecución del mismo.

Tabla 2.-Niveles de iluminación de acuerdo al tipo de tarea

Lux	Tipo de trabajo
1000	Joyería y relojería, Imprenta
500 a 1000	Ebanistería
100	Sala de máquinas y calderas, Depósitos y almacenes

Fuente: O.I.T

2.4.5 Acondicionamiento cromático. Antiguamente era de color gris oscuro el más generalizado en los talleres. Ahora, en cambio, se ha desterrado este color casi por completo, por lo menos en sus tonos oscuros, pues se ha demostrado que una pintura

adecuada, además de mejorar la iluminación natural y artificial tiene una gran influencia en los operarios

2.4.6 *Música en la industria.* Es un hecho conocido por todos, la influencia que la música ejerce en el espíritu. Se recomienda efectuar emisiones de 15 a 30 minutos con la intensidad inferior a los 60 dB, en los momentos en que disminuye el rendimiento de los trabajadores que suele coincidir con la mitad de la media jornada de la mañana y de la tarde(O.I.T, 1973).

2.5 Ergonomía

La ergonomía, es el proceso de adaptar el trabajo al trabajador. La ergonomía se encarga de diseñar las máquinas, herramientas y la forma en que se desempeñan las labores para mantener la presión del trabajo en el cuerpo a un nivel mínimo. La ergonomía pone énfasis en cómo se desarrolla el trabajo, es decir, qué movimientos corporales hacen los trabajadores y qué posturas mantienen al realizar sus labores.

2.5.1 *Como identificar problemas ergonómicos.* Existen las características conocidas como factores de riesgo que son:

- *Repetición:* Es cuando el trabajador está usando constantemente sólo un grupo de músculos y tiene que repetir la misma función todo el día.
- *Fuerza excesiva:* Es cuando los trabajadores tienen que usar mucha fuerza continuamente, por ejemplo al levantar, empujar o jalar.
- *Posturas incómodas:* Es cuando el trabajo obliga al trabajador a mantener una parte del cuerpo en una posición incómoda.
- *Tensión mecánica:* Es cuando el trabajador tiene que golpear o empujar una superficie dura de la maquinaria o herramienta constantemente.
- *Herramientas:* Es cuando el trabajador debe usar frecuentemente vibradoras: herramientas vibradoras, especialmente en ambientes de trabajo fríos.
- *Temperatura:* Cuando los trabajadores tienen que realizar sus labores en lugares demasiado calientes o fríos.

2.5.2 Ergonomía del trabajo. El diseño ergonómico del puesto de trabajo intenta obtener un ajuste adecuado entre las aptitudes o habilidades del trabajador y los requerimientos o demandas del trabajo. El objetivo final, es optimizar la productividad del trabajador y del sistema de producción, al mismo tiempo que garantizar la satisfacción, la seguridad y salud de los trabajadores, el diseño adecuado del puesto de trabajo debe servir para:

- Garantizar una correcta disposición del espacio de trabajo.
- Evitar movimientos que fuercen los sistemas articulares.
- Evitar los trabajos excesivamente repetitivos (NIEBEL, 1996).

2.6 Puestos de trabajo

2.6.1 Introducción. El objetivo de un análisis y diseño de los puestos de trabajo no es otro que el de definir de una manera clara y sencilla las tareas que se van a realizar en un determinado puesto y los factores que son necesarios para llevarlas a cabo con éxito. Si el puesto de trabajo está diseñado adecuadamente, el trabajador podrá mantener una postura corporal correcta y cómoda.

2.6.2 Antropometría y diseño. La guía primordial es diseñar el lugar de trabajo para que se ajuste a la mayoría de los individuos en cuanto a tamaño estructural del cuerpo humano, es la ciencia encargada de medir el cuerpo humano se conoce como antropometría y, por lo común, utiliza una serie de dispositivos tipo calibrador para medir las dimensiones estructurales, como estatura, largo del antebrazo y otros.

2.6.2.1 Diseño para extremos. El diseño para extremos implica que una característica específica es un factor limitante al determinar el valor máximo y mínimo de una variable de población que será ajustada. Por ejemplo, los claros, como una puerta a la entrada a un tanque de almacenamiento deben diseñarse para el caso máximo.

2.6.2.2 Diseño para que sea ajustable. Diseñar para que sea ajustable se usa, en general, para equipos o instalaciones que deban ajustarse a una variedad amplia de individuo. Sillas, mesas, escritorios, asientos de vehículos, etc. Es obvio que diseñar para que se ajuste, es el método más conveniente de diseño.

2.6.2.3 Diseño para el promedio.El diseño para el promedio es el enfoque menos costoso pero más preferible, aunque no existe un individuo con todas las dimensiones promedio, hay ciertas situaciones en las que sería impráctico o demasiado costoso incluir posibilidades de ajuste para todas las características.

2.6.3 Principio para el diseño del lugar de trabajo.Los principios para el diseño del lugar del trabajo son sugerencias que de aplicarlas correctamente nos ayudaran a cumplir de forma eficiente con el objetivo del análisis de los puestos de trabajo.

2.6.3.1 Determinar la altura de la superficie del trabajo según la altura del codo.La altura de la superficie de trabajo (con el trabajador ya sea sentado o parado) debe determinarse mediante una postura de trabajo cómoda para el operario, En general, esto significa que los antebrazos tiene la posición natural hacia abajo y los codos están flexionados a 90°, de manera que el brazo este paralelo al suelo.

2.6.3.2 Ajustar la altura de la superficie de trabajo según la tarea.Existen excepciones al primer principio. Para ensamble pesado con levantamiento de partes pesadas, es más ventajoso bajar la superficie de trabajo hasta 20 cm., para aprovechar los músculos más fuertes del tronco. Para un ensamblaje fino que incluye detalles visuales pequeños, es más ventajoso levantar la superficie de trabajo 20 cm., para acercar los detalles a la línea de visión óptima de 15°. Otra alternativa, quizá mejor es inclinar la superficie alrededor de 15°, de esta manera se satisfacen ambos principios.

2.6.3.3 Localizar todas las herramientas y materiales dentro del are acomoda de trabajo.En cada movimiento interviene una distancia. Mientras más grande es la distancia, mayores son los esfuerzos musculares, el control y el tiempo. Por lo tanto, es importante minimizar las distancias(NIEBEL, 1996).

2.7 Distribución de planta

La distribución de planta es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos

de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo.

2.7.1 *Causas básicas de cambios en la distribución en planta*

- Ineficiencia en la distribución actual.
- Cambios en el volumen de producción → mejor aprovechamiento del espacio para aumentar el número de equipos y las necesidades de almacenamiento.
- Cambios en la tecnología y los procesos → variaciones en los flujos de materiales y cambios en los equipos e instalaciones, y en las necesidades de mano de obra, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo.
- Cambios en los productos.
- Cambios en las normativas referentes a seguridad laboral o condiciones de trabajo. (VEDDER, 1977)

2.8 **Costos de producción**

La empresa es el instrumento universalmente empleado para producir y poner en manos del público la mayor parte de los servicios existentes en la economía. La empresa desarrolla su actividad en conexión con otros agentes y esta relación condiciona el cumplimiento del objetivo que motiva su existencia. Para tratar de alcanzar sus objetivos, la empresa obtiene del entorno los factores que emplea en la producción, tales como las materias primas, maquinarias y equipo, mano de obra, capital, etc.

Toda empresa al producir incurre en costos. Los costos de producción están en el centro de las decisiones empresariales, ya que todo incremento en este rubro normalmente significa una disminución de los beneficios de la empresa.

2.8.1 *Definición de costos.* Se refiere al valor de los recursos económicos utilizados como resultado de la producción o fabricación de aquello que se valora. Dicho costo se puede descomponer en una serie de elementos de costo, siendo cada uno de ellos el costo de un recurso individual consumido por aquello que se valora.

Los costos de producción llamados también costos de operación, son gastos que hace una empresa para obtener un producto.

2.8.1.1 *Objetivos de la determinación de costos.* Entre los objetivos y funciones de la determinación de costos, encontramos:

- Servir de base para fijar precios de venta y para establecer políticas de comercialización.
- Facilitar la toma de decisiones.
- Permitir la valuación de inventarios.
- Controlar la eficiencia de las operaciones.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA ACTUAL DEL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA CEDAL S.A



3.1 Estructura administrativa

3.1.1 Reseña histórica. Corporación Empresarial S.A., CORPESA, es un renombrado Holding ecuatoriano constituido en el año 1992 y conformado por cinco compañías entre ellas CEDAL S.A. que son líderes en sus respectivos negocios: producción y comercialización de perfiles de aluminio, distribución de productos de aluminio en Colombia, fabricación, ingeniería y servicios de construcción principalmente con aluminio y vidrio, y negocios agroindustriales.

La Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A. es una compañía ecuatoriana constituida en el año 1974 en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, con el fin de producir y comercializar perfiles estructurales y arquitectónicos de aluminio. CEDAL es ampliamente reconocida en el mercado nacional y extranjero por la calidad de sus productos, la confiabilidad e integridad de la empresa y su valiosa contribución al desarrollo de la industria del aluminio y la construcción en el Ecuador (CEDAL, 2013).

3.1.2 *Información general de la empresa*

Nombre:	Corporación Ecuatoriana de aluminio “CEDAL S.A.”
Área:	Diseño y Manufactura
Sub área:	Fundición
Actividad:	Producción y Servicios
Tipo de Empresa:	Privada
País:	Ecuador
Región:	Sierra-Centro
Provincia:	Cotopaxi
Cantón:	Latacunga.
Dirección:	Av. Unidad Nacional s/n
Teléfono:	+593 3 281 2610
Extensión:	5026

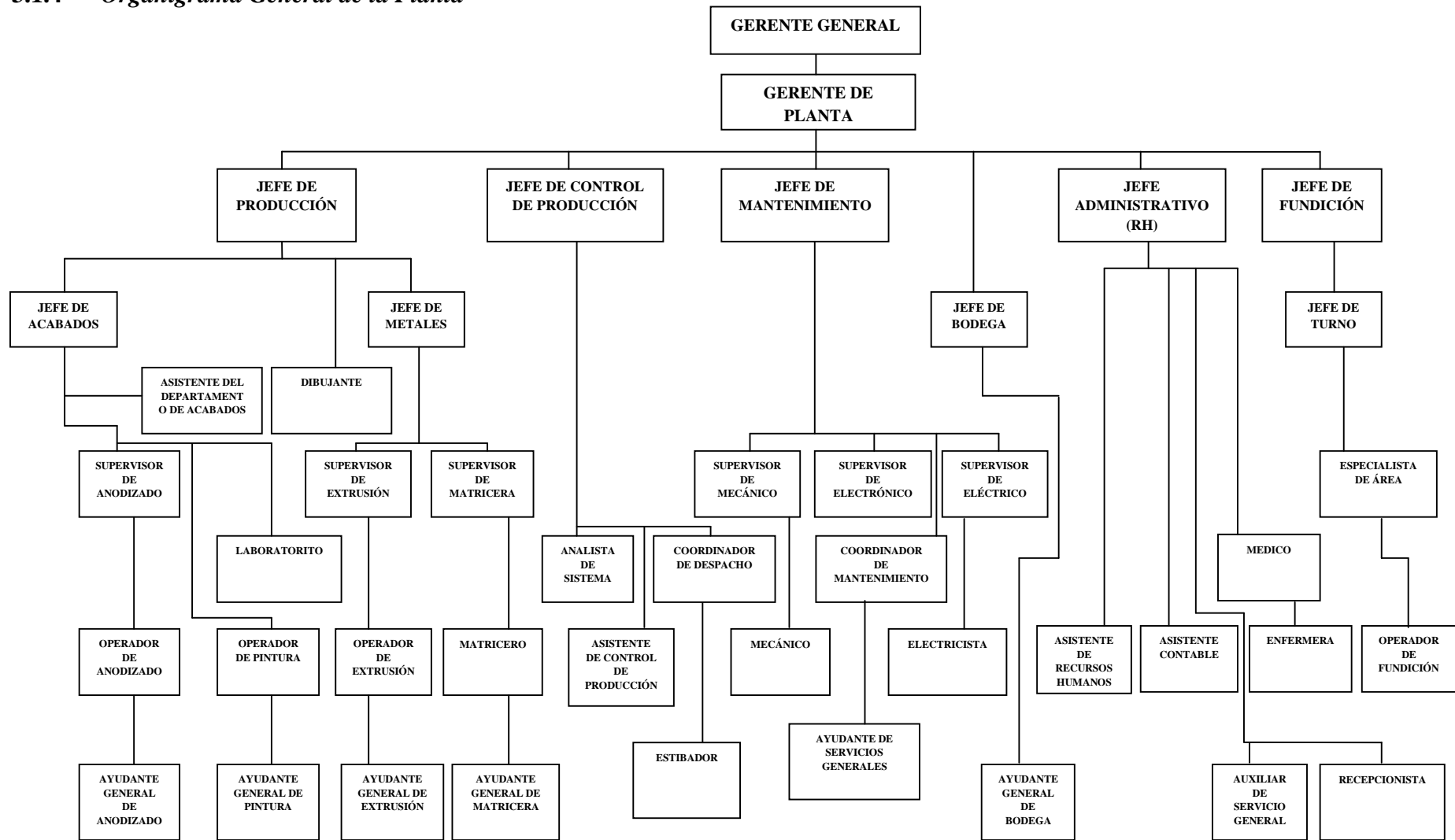
3.1.3 *Misión, visión, política de calidad*

Misión. “Somos líderes en el mercado nacional con sólida presencia en la Región Andina, en la producción, comercialización y desarrollo de extrusiones de aluminio, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes con valor agregado, servicio y promoviendo el progreso de nuestros accionistas, colaboradores y la comunidad”.

Visión. “Ser una empresa líder e innovadora en extrusiones de aluminio y servicios relacionados dentro de la Comunidad Andina, competitiva en mercados globalizados, reconocida por la excelencia de su gente y la calidad de sus productos. Elegimos el profesionalismo, la mejora continua y la aplicación de estándares internacionales de calidad como medios para cumplir nuestros principales objetivos que son: la satisfacción del cliente y el beneficio de nuestros accionistas, colaboradores y la comunidad.”

Política de calidad. “Lideramos el mercado de perfilería de aluminio, brindando atención profesional y personalizada que garantice la satisfacción de nuestros clientes, comprometidos con en el cumplimiento de sus requisitos y la mejora continua de los procesos”.

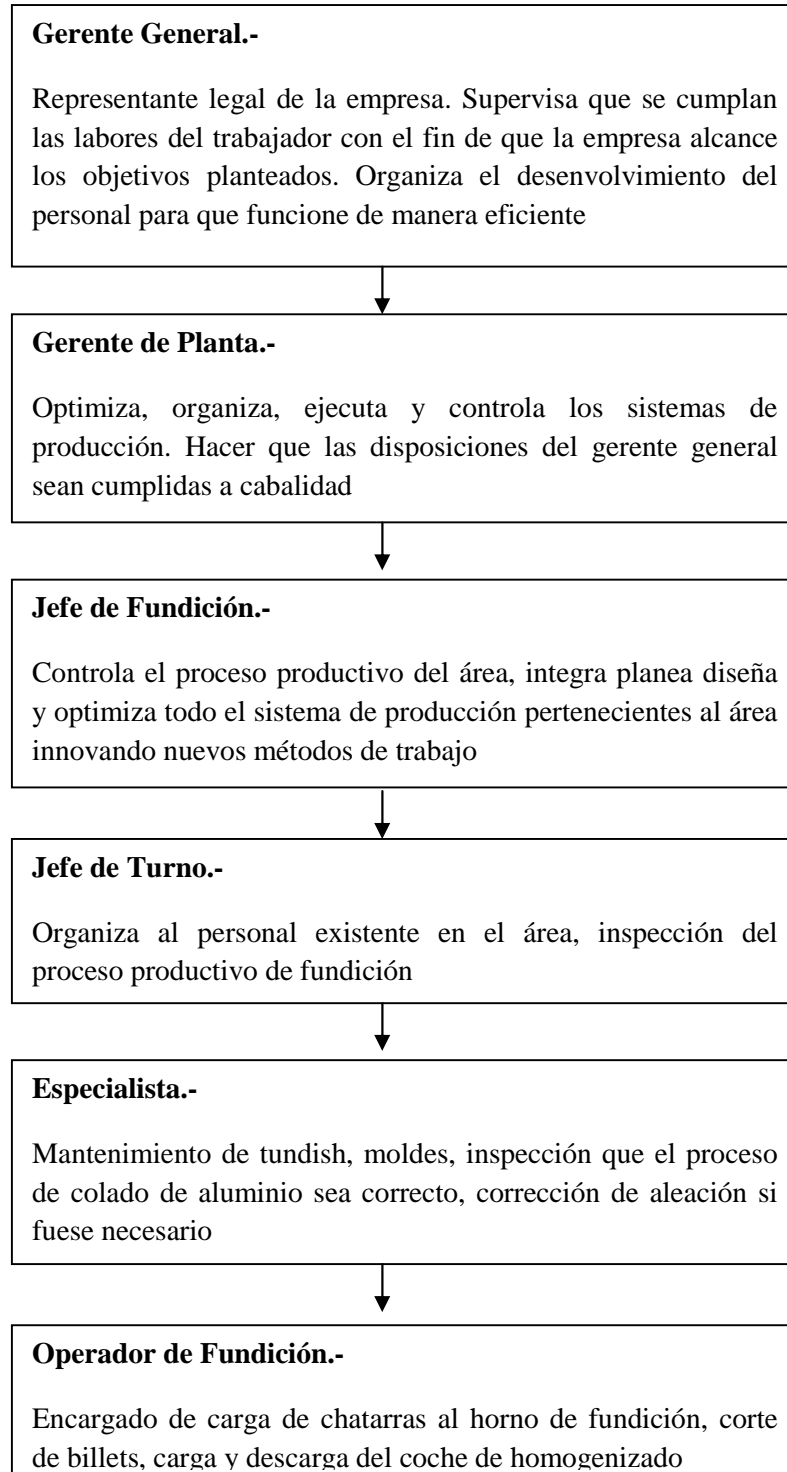
3.1.4 Organigrama General de la Planta



Fuente: Cedral S.A

3.1.5 Estructura funcional

3.1.5.1 Naturaleza del trabajo



Fuente.- Cedal S.A.

3.2 Personal existente en el área de fundición

3.2.1 Número y ubicación. A continuación se detalla el personal existente.

Tabla3. Personal que labora en el área de fundición

Sección	Personas
Supervisor general	1
Jefe de turno	3
Especialista	3
Ayudante de consola	3
Operador de montacargas	3
Corte en sierra	4
Ayudante general	1
Total	18

Fuente: Cedal S.A.

3.3 Análisis del proceso productivo de la planta CEDAL S.A.

Área de fundición.-Encargada de la fabricación de billets de aluminio a partir de aluminio recuperado del proceso de extrusión y la perfilería rechazada, estos son nuevamente fundidos, manteniendo las características de su aleación (6063 o 6005) para ser re-utilizados en el proceso de producción.

Figura1. Área de fundición



Fuente: Cedal S.A

Matricería.-La matriz es el molde que da la forma a los perfiles de aluminio durante el proceso de extrusión. Esta va colocada en la prensa de extrusión. CEDAL cuenta con 3300 diseños exclusivos para cada cliente.

Figura 2.Área de matricería



Fuente: Cedral S.A

Extrusión.-La extrusión es una deformación plástica en donde un bloque de metal es forzado por compresión a pasar a través de la abertura de un molde (matriz) que tiene un área seccional menor a la del bloque de metal.

Figura 3.Área de extrusión



Fuente: Cedral S.A

Anodizado.-Proceso electroquímico por el cual se forma sobre la superficie del perfil un recubrimiento de óxido de aluminio, al mismo que se le puede impartir varias tonalidades cromáticas empleando distintos parámetros de corriente, pH de las soluciones químicas, tiempo y sales minerales.

Figura 4. Anodizado



Fuente: Cedal S.A

Pintura electrostática.-Es un proceso de acabado superficial que protege a los perfiles de aluminio con una capa de pintura en polvo depositada electro-estáticamente y que luego es fundida y curada en un horno.

Figura 5. Área de pintura



Fuente: Cedal S.A

Empaque.-Cedal empaca todos sus productos (perfiles de aluminio) en fundas de polietileno, con el fin de evitar que las piezas tengan defectos (marcas de tráfico o marcas de fricción) y para que se mantengan secas durante el transporte.

Figura 6. Empaque



Fuente: Cedal S.A

3.4 Materia prima

3.4.1 Clases de chatarras utilizadas en el proceso de fundición

*Chatarra nacional.*La chatarra nacional o comúnmente conocida como chatarra negra proviene de las Empresas de acopio o recolección, RECYNTER S.A y RIMESA, también procesa aluminio de segunda fundición característica de este material es el alto contenido de hierro.

Figura 7. Chatarra nacional



Fuente: Cedal S.A

Chatarra importada. Este tipo de chatarra también conocida como chatarra de mesa de extrusión, es el material que sobra una vez cortados los perfiles a las medidas necesarias, proviene de distintos países como son: Costa Rica, República Dominicana, Perú y Argentina, la característica de este material es el no alto contenido de hierro.

Figura 8. Chatarra Importada



Fuente: Cedal S.A

Chatarra cedal. Este tipo de chatarra proviene de los diferentes procesos que se realiza en la planta, uno de ellos es el lingote rechazado o reproceso, una parte de los residuos generados en el proceso de Extrusión, aquellos perfiles que se encuentran en mal estado y material de desecho generados por anodizado, también cuenta con material de aporte de Empaque.

Figura 9. Chatarra cedal



Fuente: Cedal S.A

Aluminio primario importado. Los pallets de aluminio primario están libres de de cualquier químico es decir se encuentra en estado puro al 99,9 % de aluminio, su peso aproximado por cada pallets es de 1 tonelada, el proveedor principal es Aluar (ARGENTINA).

Figura 10. Aluminio primario



Fuente: Cedral S.A

3.4.2 *Elementos de aleación e insumos principales de las aleaciones 6063 y 6005*

Aleación de aluminio. Las aleaciones de aluminio tienen como principal objetivo mejorar la dureza y resistencia del aluminio, que es en estado puro un metal muy blando. CEDAL utiliza la aleación 6063 para perfilería arquitectónica y 6005 para perfilería estructural. CEDAL emplea las aleaciones de aluminio de acuerdo a su requerimiento.

Aleación 6063. Es aleación de aluminio, con magnesio y silicio como los elementos de aleación. Tiene características mecánicas generalmente buenas, es utilizada para aplicaciones arquitectónicas y decorativas tales como ventanas, puertas, muros, cortinas, mamparas, marquetería, ángulos, revestimientos, etc.

Aleación 6005. La aleación 6005 posee una mayor resistencia que la 6063 pero es un poco más difícil de extruir. Es apta para el anodizado desde un punto de vista de protección, pero resulta más deficiente el acabado decorativo. Este tipo de Aleación es utilizada para uso estructural tal como: estructuras especiales, vigas, escaleras, etc.

Silicio. Es uno de los principales componentes de la aleación 6063, proporciona características físicas específicas de dureza se funde a 1500°C.

Figura 11. Silicio



Fuente: Cedal S.A

Magnesio. El uso principal del magnesio sirve como elemento de aleación del aluminio, formándose la aleación aluminio-magnesio, que se emplean en componentes de automóviles, como llantas; y en maquinaria diversa.

Figura 12. Magnesio



Fuente: Cedal S.A

Para poder mantener estos elementos dentro de los parámetros establecidos se adicionan Silicio y Magnesio y/o Aluminio primario a la colada de aluminio Fundido dentro del horno, para así cumplir con los requerimientos adecuados.

3.4.2.1 Insumos principales

Tibor (titanio-boro).- Utilizado como refinador de grano en una relación de 5:2.

Figura 13. Tibor



Fuente: Cedral S.A

Argón grado 4.8.- Gas inerte usado como medio para desgasificar la colada de aluminio. Permite eliminar el encapsulamiento de oxígeno, calcio y otros, en la formación del Lingote.

Ar = 99.998 % mínimo (grado 4.8)

Figura 14. Inyección de argón en el desgasificador



Fuente: Cedral S.A

3.4.2.2 Materiales cerámicos.- Utilizados en los canales, tundish y para la preparación de los moldes.

Nitruro de boro. Es un producto usado para proteger los HeaderPlates (moldes muy resistentes) de ataques químicos usados para la absorción de diversos metales no ferrosos fundidos, y como revestimiento protector.

Figura 15. Nitruro de boro



Fuente: Cedral S.A

Tabla de fibra cerámica. Se caracteriza por ser un excelente aislante diseñado especialmente para soportar el flujo de gases a alta velocidad debido a su baja conductividad térmica es ideal para chimeneas de calentadores ductos y hornos. La tabla fibra cerámica permite obtener almacenaje de calor y un acceso rápido para mantenimientos

Figura 16. Fibra cerámica



Fuente: Cedral S.A

Colchoneta de fibra cerámica “FIBRATEC”. Está hecha a base de fibras cerámicas largas y entretrejidas formando una colchoneta flexible de peso ligero para aplicaciones a temperaturas de 538° C (1000° F) hasta 1482° C (2700° F). La Colchoneta Fibrattec combina la resistencia al calor de un ladrillo refractario con bajo peso y la flexibilidad de una fibra refractaria.

Figura 17. Colchoneta de fibra cerámica



Fuente: Cedal S.A

Varillas de grafito (6mm). Son desarrollados para industrias dedicadas a la fundición de metales no ferrosos, como son el aluminio, cobre y sus aleaciones durante los procesos de limpieza y desgasificado. Poseen un difusor poroso el cual genera gran cantidad de pequeñas burbujas para un desgasificado más eficiente con un tratamiento especial, prolonga la vida útil, retardando la oxidación y reduciendo el desgaste por abrasión.

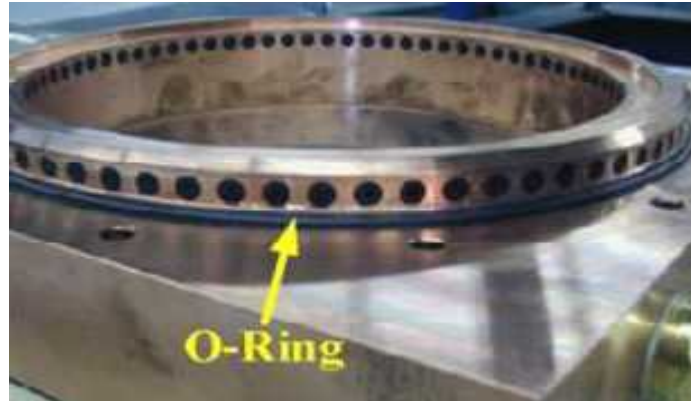
Figura 18. Varillas de grafito



Fuente: Cedal S.A

O-ring. Dispositivo circular de caucho utilizado para evitar la fuga de aceites en las ranuras de los moldes de fundición.

Figura 19. O-ring

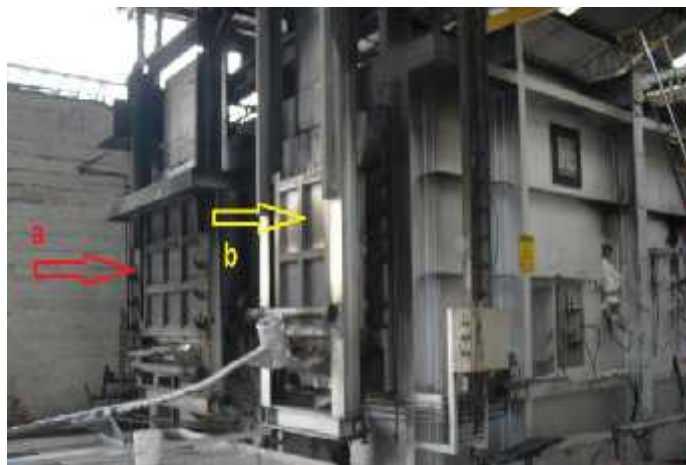


Fuente: Cedal S.A

3.5 Maquinaria

Horno de fundición. El horno de fundición tipo horizontal de marca HERTWICH consta de dos cámaras principales una de fusión (melting), y una de mantenimiento (casting), compuesto de un quemador para cada cámara; ducto de salida de gases de escape; sistema recuperador de calor; panel de control. Tiene la función principal de fundir los diferentes tipos de chatarra de aluminio hasta llegar a su punto de fusión.

Figura 20. Horno de fundición



Fuente: Cedal S.A

Horno de homogenizado. La homogenización llamado también como *Recocido Total*, se pretende conseguir una eliminación de las tensiones propias del producto fundido, un equilibrio de los granos segregados y una disolución de los constituyentes estructurales eutécticos en los bordes de los mismos; además el recocido total sirve con frecuencia para conseguir una disgregación regular de elementos disueltos en estado de sobresaturación, especialmente Mn y Fe.

Figura 21. Horno homogenizado



Fuente: Cedral S.A

Sierra loma. Máquina encargada de realizar corte de del billets de 20, 22, 24, 26 pulgadas para abastecimiento del área de extrusión para utilización en la prensa uno

Figura 22. Sierra loma



Fuente: Cedral S.A

Briqueteadora. La máquina briqueteadora es una compactadora de viruta de aluminio, el briqueteado de viruta posibilita la recuperación de materia prima y reduce el espacio requerido para el almacenamiento de la viruta y Previene problemas en el espacio requerido.

Figura 23. Briqueteadora



Fuente: Cedal S.A

Espectrómetro. Este instrumento tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra. Este tipo de análisis permite determinar los elementos presentes en una muestra así como el porcentaje de cada uno de ellos.

Figura 24. Espectrómetro



Fuente: Cedal S.A

3.6 Control de calidad

El control de calidad de los billets producidos, debe cumplir con la norma ASTM para su liberación la cual se describe a continuación.

Tabla 5. Composición química de aleaciones de aluminio

PARÁMETROS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA SEGÚN NORMA ASTM								
B221								
ALEACIÓN	Composición Química (%)							
	Fe	Si	Mg	Mn	Cu	Zn	Cr	Ti
6063	máx.	0.44	0.46	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.
	0,30	0.52	0.52	0.08	0.10	0.03	0.01	0.05
6005	máx.	0.65	0.50	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.
	0,30	0.70	0.52	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Fuente: Cedal S.A

Para la verificación de estos parámetros se procede a sacar una probeta desde es tundish donde se encuentra el aluminio diluido ya para su formación en Billets esta muestra debe cumplir con los parámetros establecidos para pasar al homogenizado caso contrario vuelve al reproceso (fundición), La segunda probeta es sacada del mismo lote pero ya homogenizado para comprobar sus parámetros, si cumple con los parámetros el billet pasa al área de extrusión caso contrario vuelve al reproceso (fundición).

3.7 Estudio del método actual de trabajo

El área de Fundición de la Empresa CEDAL S.A, posee un método de trabajo que se detalla endiagramas, que mostrarán las secuencias cronológicas de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en el proceso defabricación, desde la llegada de la materia prima hasta el almacenaje final de los billets.

3.8 Proceso de fundición

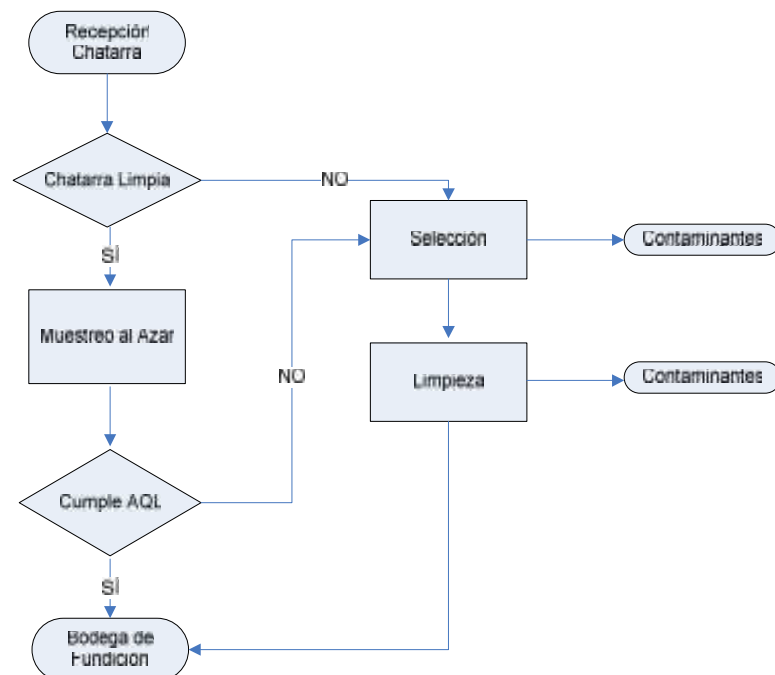
1. Como primer paso se tiene la recepción de materia prima la cual incluye la utilización de aluminio recuperado del proceso de extrusión y perfilería rechazada, chatarra negra, mesa de extrusión, aluminio primario aluar (al 99%), silicio, magnesio, pastillas desgasificadora.

Figura 25. Chatarra



Fuente: Cedral S.A

Figura 26. Diagrama de flujo para recepción de chatarras



Fuente: Cedral S.A

2. Seguidamente es transportada la materia prima al cargador del horno para proceder a pesar e ingresar la carga a la cámara fusión del horno de fundición (melting), para que la carga se funda cabe destacar que cuando fuese necesario las cargas ingresan con los químicos para su respectiva aleación (silicio magnesio), el aluminio, líquido se encuentra a una temperatura de 800 °C, y la temperatura del aire de la cámara a 1000 °C.

Figura 27. Carga de chatarra al horno de fundición



Fuente: Cedal S.A

3. Inmediatamente del (melting), el aluminio líquido pasa a una cámara mantenimiento (casting), esta cámara se encuentra a 730 °C, y la temperatura del aire a 850 °C, en esta cámara se corrige la aleación si fuese necesario, es decir cuando hay que adicionar los químicos (magnesio, silicio), o a su vez aluminio primario para corrección de aleación, y disminuir temperatura.

Figura 28. Casting



Fuente: Cedal S.A

4. Luego del (casting), el aluminio líquido pasa por un orificio ubicado en la parte posterior del casting, donde es controlada por medio de un cono cerámico, después pasa por un canal de flujo hasta llegar al desgasificador que cumple la función de eliminar impurezas, encapsulamiento de oxígeno inyectando argón grado 4.8.

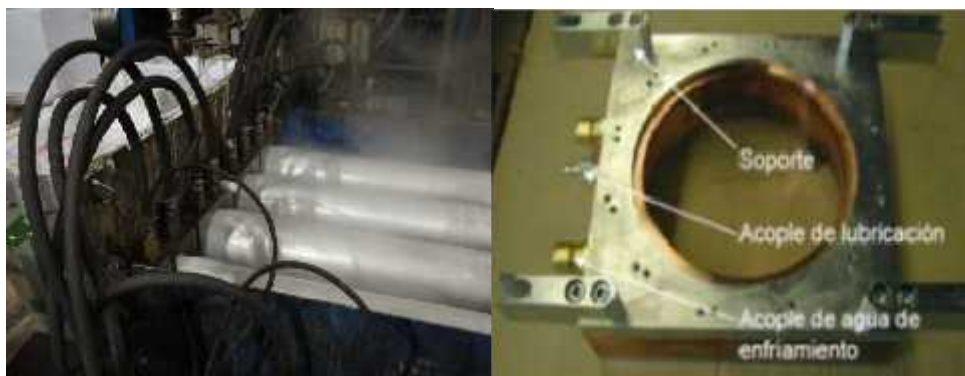
Figura 29. Salida del casting al desgasificador



Fuente: Cedal S.A

5. Después del degasificado el aluminio líquido llega al tundish manteniendo una temperatura de 700 °C, donde reposa el aluminio (billets en formación), para seguidamente salir por los moldes, tomando en cuenta que los moldes tienen un sistema de enfriamiento por agua, la temperatura de este fluctúa entre 30 a 40 °C, además cuenta con un sistema de lubricación inyección de aceite por grafitos, el control de calidad se lo realiza en el tundish donde se procede a sacar una probeta cada media hora para comprobar su aleación en el espectrómetro el cual nos indicará si está la composición química de la colada es la óptima.

Figura 30. Salida del aluminio del molde



Fuente: Cedal S.A

6. Posteriormente se traslada a la mesa de salida billets, esta debe estar setiada a la longitud requerida 110 pulgadas, para que la sierra volante proceda al corte.

Figura 31. Corte de los billets



Fuente: Cedal S.A

7. Seguidamente por medio de rodillos se trasporta los billets ya cortados a la mesa de control, donde se procede a verificar si tiene algún defecto (grietas, estrella en el centro), y a marcar el lote.

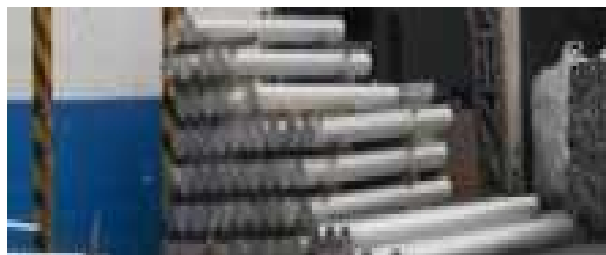
Figura 32. Salida de los billets y marcación



Fuente: Cedal S.A

8. Inmediatamente se trasporta los billets a un módulo de almacenaje temporal, para dar paso a un control de de producción.

Figura 33. Almacenamiento de billets



Fuente: Cedal S.A

9. Al momento que está libre el horno de homogenizado se transportan los billets sin homogenizar hasta el coche del horno, en donde se realiza un tratamiento térmico.

Figura 34. Llenado de billets sin homogenizar en el carro de carga



Fuente: Cedal S.A

10. La permanencia de la carga en el horno de homogenizado van entre 8 a 10 horas.

Figura 35. Horno de homogenizado



Fuente: Cedal S.A

11. Después de salir del horno de homogenizado los billets pasan a un sistema de enfriamiento por medio de eólicos durante dos horas posteriormente a un almacenaje temporal para proceder a clasificar los billets para el corte en la sierra loma.

Figura 36. Salida de los billets del horno de homogenizado



Fuente: Cedal S.A

12. Como último paso tenemos los trasporte de los billets a la sierra loma para proceder al corte según las medidas requeridas por extrusión.

Figura 37. Corte de billets en sierra loma y almacenaje



Fuente: Cedal S.A

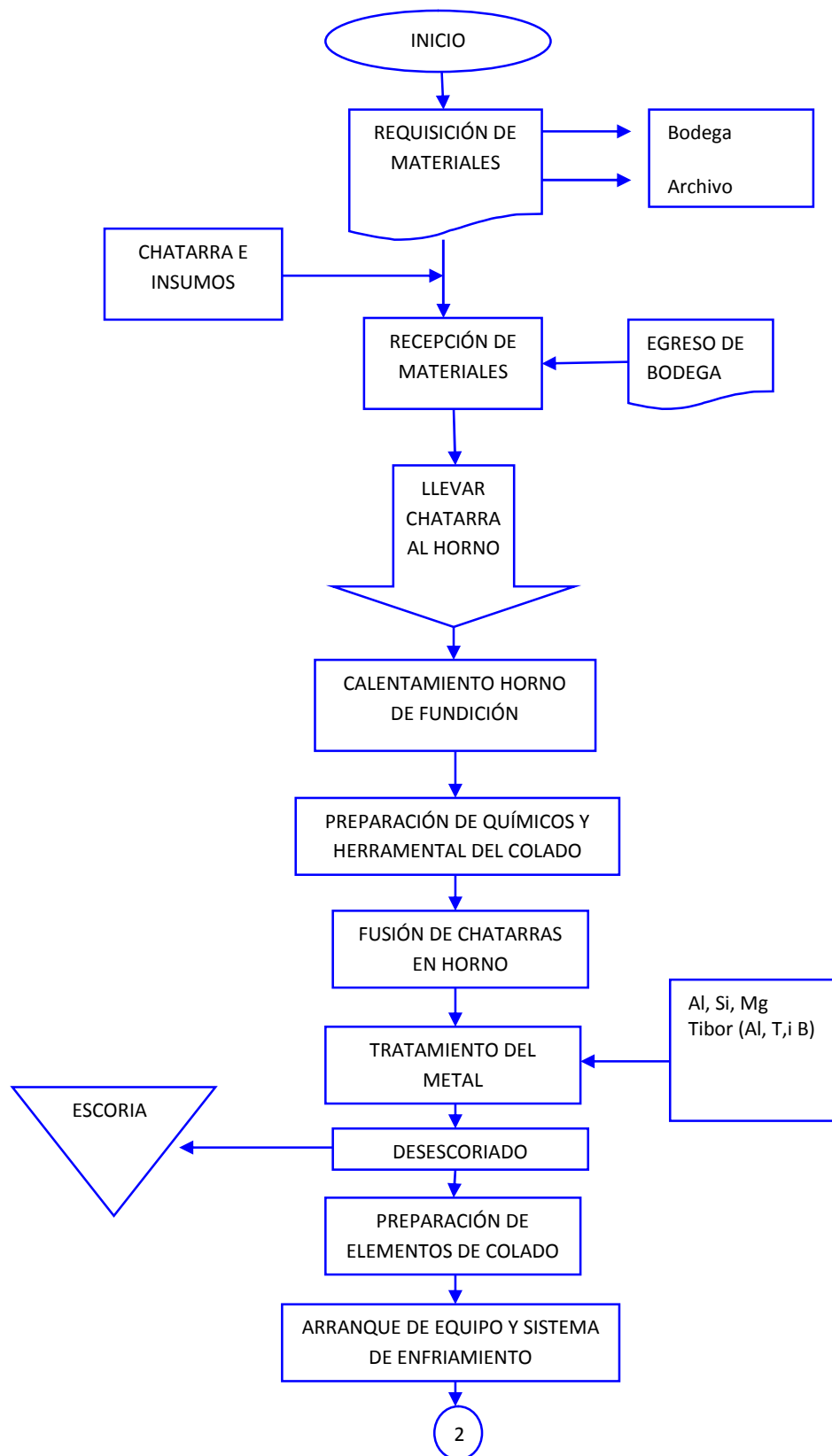
3.8.1 *Análisis del Proceso Productivo de Fundición*

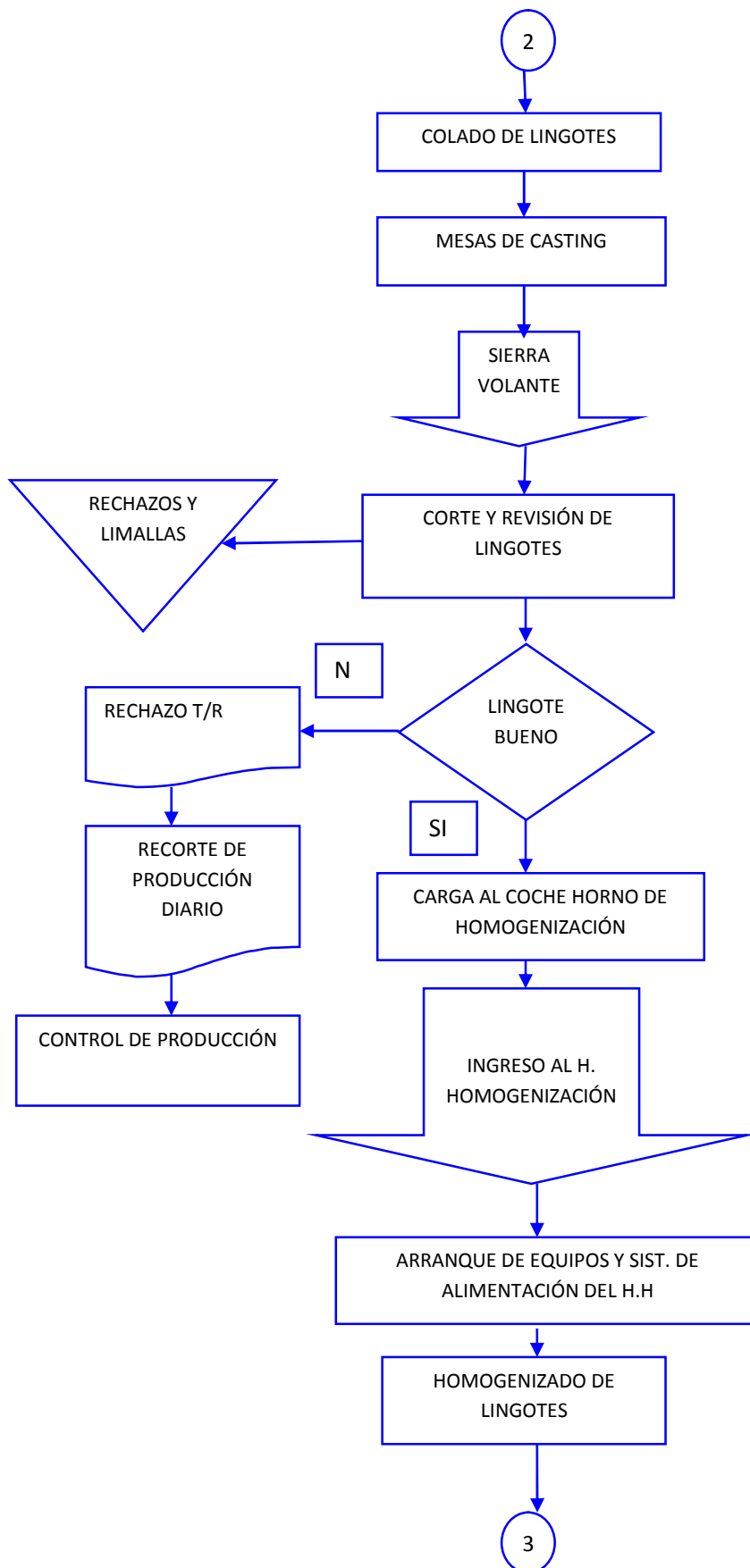
- Recepción de la materia prima (chatarra y aluminio primario), importado y nacional.
- Traslado de materia prima al área de fundición cargador del horno.
- Colocación de la materia prima en cargador de chatarra.
- Registro de carga y pesaje de la chatarra de aluminio.
- Introducción de la chatarra de aluminio a horno de fusión (melting).
- Adición de silicio (Si) y magnesio (Mg), según porcentaje necesario en horno de fusión y colado (casting).
- Controla el proceso de colado.
- Limpia la escoria del horno de fusión.
- Abre el cono sellador cerámico que tiene el Casting, para que el fluido de aluminio líquido pase al desgasificador.
- Agrega el aditamento Tibor (Titanio-Boro), en el fluido de la colada.

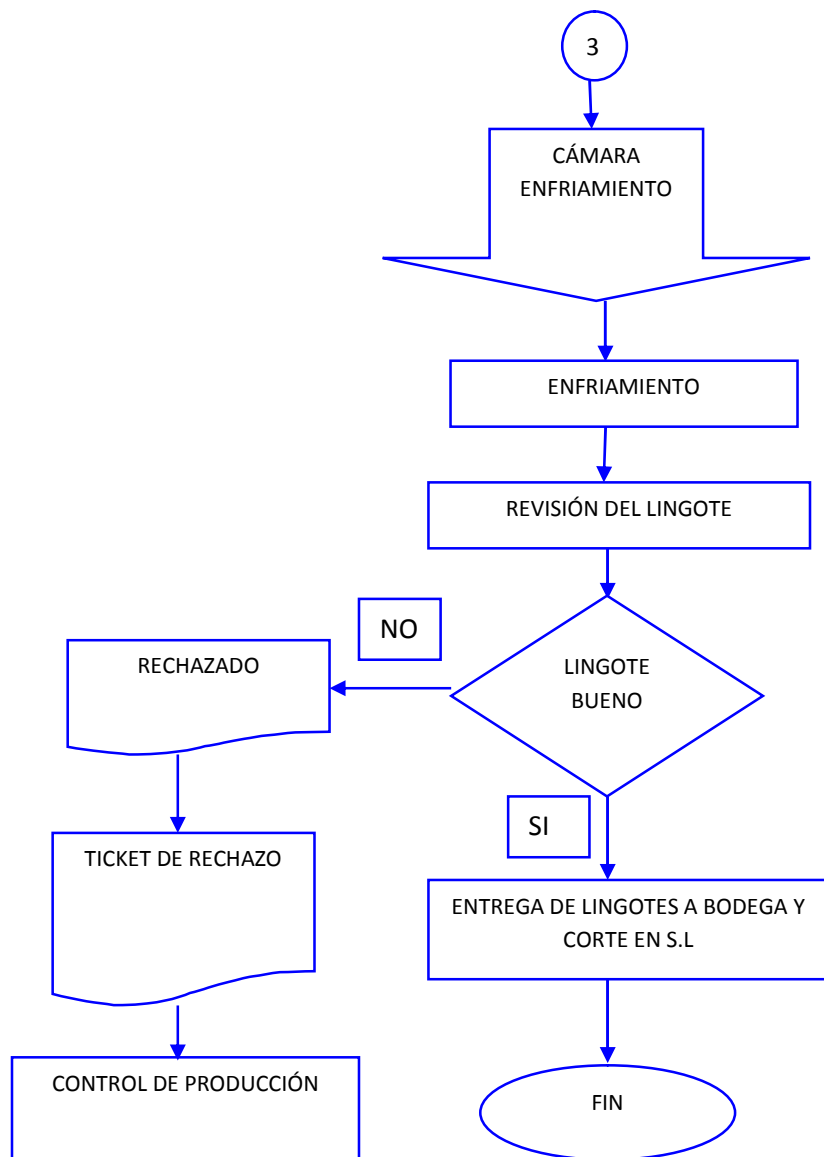
- Se adhiere Argón de pureza (4,8%); a la colada a través de la barra de grafito en el Desgasificador.
- Realiza el control de aleación de aluminio, con ensayo de probetas cada hora según el turno de trabajo.
- Calienta y colocar el filtro cerámico en tundish.
- Coloca los moldes de aleación de cobre en la parte inferior del tundish.
- Verifica el nivel de altura entre los moldes y la mesa de salida con barras de inicio.
- Controla parámetros de inyección de aluminio en los moldes: velocidad de mesa de salida; longitud de lingotes; temperatura de (tundish, agua, casting, melting, desgasificador); revisión de filtros, tubería de agua, nivel de aceite lubricante.
- Registra y reportar los lingotes de producidos.
- Transporta los lingotes hacia el horno de homogenizado.
- Coloca los paneles fijos y móviles para el enfriamiento de lingotes.
- Registra luego de haber cumplido el ciclo de homogenizado.
- Transporta lingotes hacia la máquina de corte (sierra loma).
- Corta lingotes en billets de acuerdo al tamaño requerido por el Área de Extrusión.
- Finalmente se registra los lingotes aprobados de aluminio para entregar al área de bodega.

3.8.2 Diagrama de flujo del proceso de fundición

Figura 38. Diagrama de flujo del proceso de fundición







Fuente: Cedal S.A

3.8.3 *Análisis del proceso de compactado de viruta en la máquinabriqueteadora método actual*

- Transporte del almacenaje temporal de la viruta de aluminio a la máquinabriqueteadora.
- Se dirige al tablero de mando para prenderla y colocar parámetros de briqueteado.
- Inspección visual de la máquina, posibles fugas, completar aceite, control de temperaturas.
- Se dirige a la materia prima para empezar el proceso de llenado de viruta en la tolva de la máquina.
- Se dirige al tablero principal de la máquina para poner en funcionamiento el proceso de compactado.
- Espera a que termine proceso de compactado.

3.8.3.1 *Diagrama de flujo del proceso de briqueteado método actual*

3.8.3.2 *Diagrama de proceso de briqueteado método actual*

3.8.3.3 *Diagrama hombre máquina de briqueteado método actual*

3.8.3.4 Diagrama de recorridode briqueteado método actual.Para mejor comprensión de visualización el diagrama se encuentra en el Anexo A.

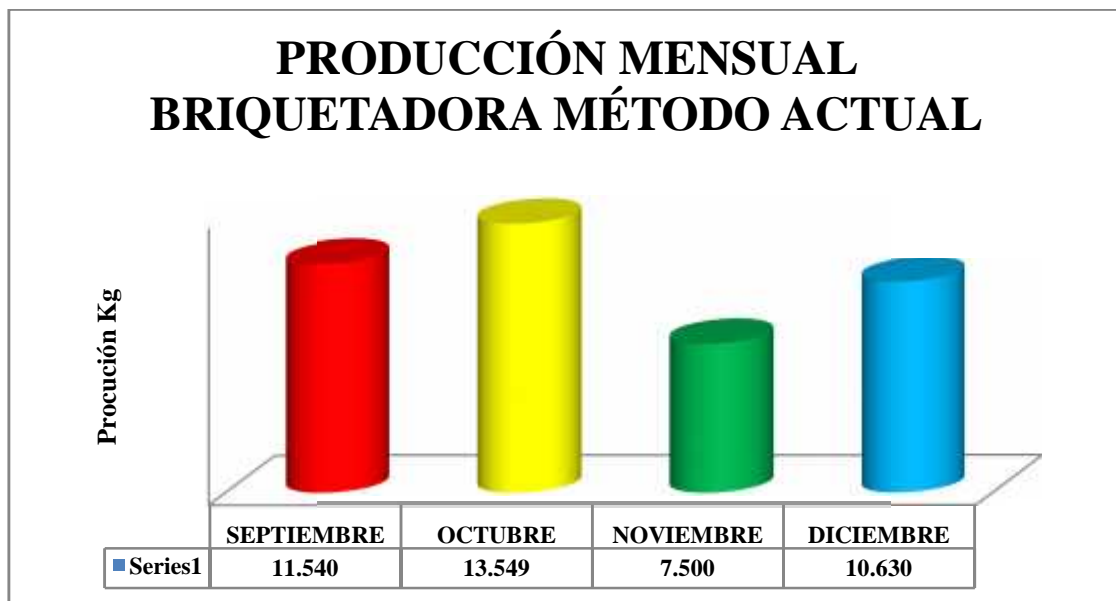
3.8.4 Análisis de producción de briqueteado método actual. En el siguiente análisis se observara la producción mensual del consumo de viruta para la fabricación de briquetas utilizando el método actual de trabajo, estos datos han sido adquiridos de los reportes de producción diaria del área de fundición.

Tabla 6. Producción mensual de compactado de viruta método actual

PRODUCCIÓN MENSUAL BRIQUETEADO MÉTODO ACTUAL			
SEPTIEMBRE Año 2011 Kg	OCTUBRE Año 2011Kg	NOVIEMBRE Año 2011 Kg	DICIEMBRE Año 2011Kg
510	-	470	380
530	410	-	380
750	520	-	400
600	554	-	330
420	-	240	370
440	370	280	800
440	340	470	390
560	280	360	420
410	460	390	-
630	330	-	640
620	320	-	360
420	360	310	360
540	500	320	360
420	490	270	420
400	360	320	320
460	470	400	300
200	-	330	320
250	380	340	420
-	590	640	-
440	510	610	320
590	560	410	320
11.540	13.549	7.500	10.630

Fuente: Cedal S.A

Figura 39. Producción mensual de briqueteado utilizando método actual



Fuente: Autor

Para establecer la producción mensual de compactado de viruta se tomara la media de los meses de producción indicados, los días de trabajo de cada mes son de 22 días.

$$Producción\ mensual\ Actual\ de\ briquetado = 10805\ kg$$

$$Producción\ diaria\ Actual\ de\ briquetado = 490\ kg$$

3.8.5 *Análisis de costos de fabricación de briquetas actual.* En este análisis está enfocado en la producción mensual de briqueteado, el costo de 1 kg de viruta es de 0,96 centavos.

3.8.5.1 Maquinaria

Tabla 7. Costo maquinariabriqueteadora

Descripción	Cantidad	Costo
Briqueteadora	1	\$17.695
Total		\$17.695

Fuente: Autor

3.8.5.2 Servicios básicos

Tabla 8. Costo servicios básicosbriqueteadora

Descripción	Cantidad	Costo
Energía	\$990	\$990
Total		\$990

Fuente: Autor

3.8.5.3 Depreciación

Tabla 9. Depreciación briqueteadora.

Descripción	V.Adquisición	Valor residual	# años vida	V.D.A	V.D.M
Maquinaria	\$ 17.695	\$ 1.769,5	10	\$ 1.592,55	\$ 132,72
Total					\$ 132,72

Fuente: Autor

3.8.5.4 Costo fijo

Tabla 10. Costos fijos briqueteadora

Descripción	Costo
Depreciación	\$ 132,72
Salario	\$ 292,00
Servicio básico	\$ 990,00
Total	\$ 1414,71

Fuente: Autor

3.8.5.5 Costo Variable

Tabla 11. Costos variables briqueteadora

Descripción	Costo
Materia prima	\$ 10.372,8
Total	\$ 10.372,8

Fuente: Autor

3.8.5.6 Precio Unitario

Tabla 12. Precio unitario briquetas kilogramos

Costo fijo (CF)	\$ 1414,71
Costo variable (CV)	\$ 10.372,80
CT = CF + CV	\$ 11.787,51
Unidades mensuales	10.805 Kg
PV = CT	\$ 11.787,52
$PU = \frac{PV}{\text{Número de unidades}}$	\$ 1,091

Fuente: Autor

3.8.5.7 Costo de producción método actual

Tabla 13. Costo de producción briquetas método actual

Costos	Producción (Kg)	PU	Valor monetario
Costo mensual	10.805,00	\$ 1,091	\$ 11.788
Costo diario	490,00	\$ 1,091	\$ 535

Fuente: Autor

3.8.6 Análisis del proceso de corte de billets en sierra loma método actual

- Realiza revisión visual de montacargas checklist.
- Se dirige con el montacargas al almacenamiento de los billets homogenizados.
- Maniobra con el montacargas hasta coger los billets homogenizados del modulo correspondiente.
- Se dirige a los brazos de entrada de la sierra loma para depositarlos.
- Se dirige con el montacargas al almacenamiento de los billets homogenizados.

- Maniobra con el montacargas hasta coger los billets homogenizados del modulo correspondiente.
- Se dirige a los brazos de entrada de la sierra loma para depositarlos.
- Se dirige con el montacargas al almacenamiento de los billets homogenizados.
- Maniobra con el montacargas hasta coger los billets homogenizados del modulo correspondiente.
- Se dirige a los brazos de entrada de la sierra loma para depositarlos.
- Se dirige al almacenamiento de zuncho metálico, para proceder a cortar dos pedazos.
- Se con los zunchos a los separadores para proceder a colocarlos.
- Traslada los separadores con los zunchos a los pallets separadores.
- Se dirige a cambiar longitud requerida de corte.
- Se dirige al tablero principal para proceder a presionar pulsador de corte.
- Espera hasta que termine de cortar.

3.8.6.1 *Diagrama de flujo del proceso de corte en sierra loma método actual.* Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo B.

3.8.6.2 *Diagrama de proceso de corte en sierra loma método actual.* Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo C.

3.8.6.3 *Diagrama hombre máquina de corte en sierra loma método actual.* Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo D.

3.8.6.4 *Diagrama de recorrido de corte en sierra loma método actual.* Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo A.

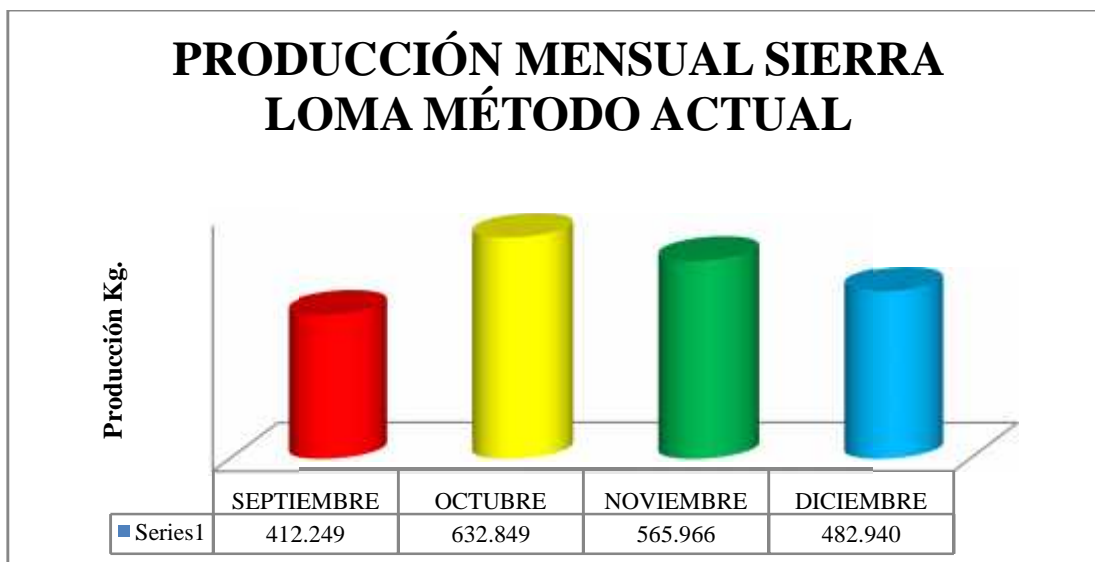
3.8.7 *Análisis de producción de corte en sierra loma método actual.* En el siguiente análisis se observara la producción mensual de corte en sierra loma utilizando el método actual de trabajo, estos datos han sido adquiridos de los reportes de producción diaria del área de fundición.

Tabla 14. Producción mensual de en sierra loma método actual

PRODUCCIÓN MENSUAL DE CORTE EN SIERRA LOMA MÉTODO ACTUAL			
SEPTIEMBRE 2011 (Kg)	OCTUBRE 2011 (Kg)	NOVIEMBRE 2011 (Kg)	DICIEMBRE 2011 (Kg)
23.018	19.010	11.090	22.230
14.741	15.165	6.580	22.720
21.856	21.450	5.240	23.580
20.866	17.060	22.910	22.240
21.730	20.274	26.500	25.020
17.551	22.612	26.098	23.700
14.885	23.282	22.240	21.630
15.236	19.500	21.080	14.440
22.371	22.984	22.420	23.520
15.170	24.190	11.760	19.070
14.488	24.070	21.870	16.080
18.686	21.450	22.470	22.910
7.247	16.527	23.580	23.080
-	21.810	25.020	14.500
7.923	24.788	25.380	-
21.676	19.740	22.420	22.300
16.515	21.750	20.728	23.800
21.799	23.700	20.290	22.240
20.342	23.080	20.460	23.030
11.298	15.246	23.700	21.570
16.712	21.826	23.990	7.920
-	15.854	26.280	-
-	23.760	24.180	22.780
-	26.560	20.830	-
-	24.920	20.440	-
-	23.520	24.050	-
-	23.700	24.360	-
412.249	632.849	565.966	482.940

Fuente: Autor

Figura 40. Producción mensual de corte en sierra loma método actual



Fuente: Autor

Para establecer la producción mensual de corte de sierra loma se tomará la media de los meses de producción indicados cada mes tiene 30 días de trabajo, el precio de cada kilo de billets homogenizado es 2,094 dólares.

$$\text{Producción mensual corte en sierra loma} = 523499 \text{ kg} \quad 9 \text{ kg}$$

$$\text{Producción diaria corte en sierra loma} = 17459 \text{ kg} \quad \text{kg}$$

3.8.8 *Análisis de costos de fabricación de corte de billets en sierra loma actual.* En este análisis está enfocado en la producción mensual de billes cortados en sierra loma, el costo de 1 kg de billets homogenizado es de 2,08 dólares.

3.8.8.1 *Maquinaria*

Tabla 15. Costo maquinaria Sierra loma

Descripción	Cantidad	Costo
Sierra Loma	1	\$ 81.000
Total		\$ 81.000

Fuente: Autor

3.8.8.2 *Servicios básicos*

Tabla 16. Costo servicios básicos sierra loma

Descripción	Cantidad	Costo
Energía	\$ 1090	\$ 1.090
Total		\$ 1.090

Fuente: Autor

3.8.8.3 Depreciación

Tabla 17. Depreciación sierra loma

Descripción	V.Adquisición	Valor. Residual	# años vida	V.D.A	V.D.M
Maquinaria	\$ 81.000	\$ 8.100	10	\$ 7.290	\$ 607,5
Total					\$ 607,5

Fuente: Autor

3.8.8.4 Costo fijo

Tabla 18. Costos fijos sierra loma

Descripción	Costo
Depreciación	\$ 607,5
Salario	\$ 1.168
Servicio básico	\$ 1.090
Total	\$ 2.865,5

Fuente: Autor

3.8.8.5 Costo Variable

Tabla 19. Costos variables Sierra loma

Descripción	Costo
Materia prima	\$ 1.090.971,91
Total	\$ 1.090.971,91

Fuente: Autor

3.8.8.6 Precio Unitario

Tabla 20. Precio unitario Sierra loma kilogramos

Costo fijo (CF)	\$ 2.865,50
Costo variable (CV)	\$ 1.090.971,91
CT = CF + CV	\$ 1.093.837,40
Unidades mensuales	523.499 Kg
PV = CT	\$ 1.093.837,40
$PU = \frac{PV}{\text{Número de unidades}}$	\$ 2,09

Fuente: Autor

3.8.8.7 Costo de producción método actual

Tabla 21. Costo de producción Sierra loma método actual

Costos	Producción (Kg)	PU	Valor monetario
Costo mensual	523.499,00	\$ 2,09	\$ 1.092.961,40
Costo diario	17.459,00	\$ 2,09	\$ 36.450,91

Fuente: Autor

3.8.9 Análisis de los parámetros del proceso de control de colado (especialista) método actual

- Verificar temperaturas en cámara de melting.
- Verificar temperaturas en cámara de casting.
- Encerar el contador del corte diario.
- Verificar la temperatura de colada de aluminio en el tundish (685–700)°C
- Se dirige a mesa de salida de billets sin homogenizar.
- Revisión del acabado superficial del proceso.

- *Acabado defectuoso agrietado.*
 - *Revisión de estrella en el centro, (alta temp).*
- Observar temperatura del agua de enfriamiento de moldes entre 20-40 °C.
- Observar presión de agua 0.9 bar.
 - Presión de agua baja.
 - Presión de agua alta.
- Revisión de nivel de aceite, para bombas de lubricación.
 - Se completa con aceite la favorita light.
- Comprobar velocidad de giro en eje de grafito para inyección de argón (37 display digital).
- Verificar flujo argón (10-11 NI) lt/min; comprobar normal inyección de argón en el desgasificador (burbujeo).
- Comprobar velocidad de alimentación de tior 20 cm/min, (217 display digital).
- Sacar una muestra de colada para realizar análisis espectrométrico y comprobación de composición química de aleación (Cada hora).
 - Adición de químicos y/o aluminio primario.
- Se dirige al torno.
- Coloca probeta en el torno y procede a refrentar.
- Se dirige al espectrómetro.
- Realiza análisis espectrométrico.
- Se dirige al desgasificado.
- Realizar limpieza de escoria en desgasificador de argón.
 - Se realiza una vez por turno.
- Se verifica stock de conos para control de salida de aluminio.

3.8.9.1 *Diagrama de flujo del proceso de control de colado método actual.*

Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo E.

3.8.9.2 *Diagrama de proceso del control de proceso de colado método actual.*

Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo F.

3.8.9.3 *Diagrama de recorrido del control de proceso de colado método actual.*

Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo A.

3.8.10 *Análisis de producción y rechazos de billets método actual.* En este análisis se observará la producción y el rechazo mensual en el área de fundición utilizando el método actual de trabajo, y los resultados obtenidos en área de extrusión.

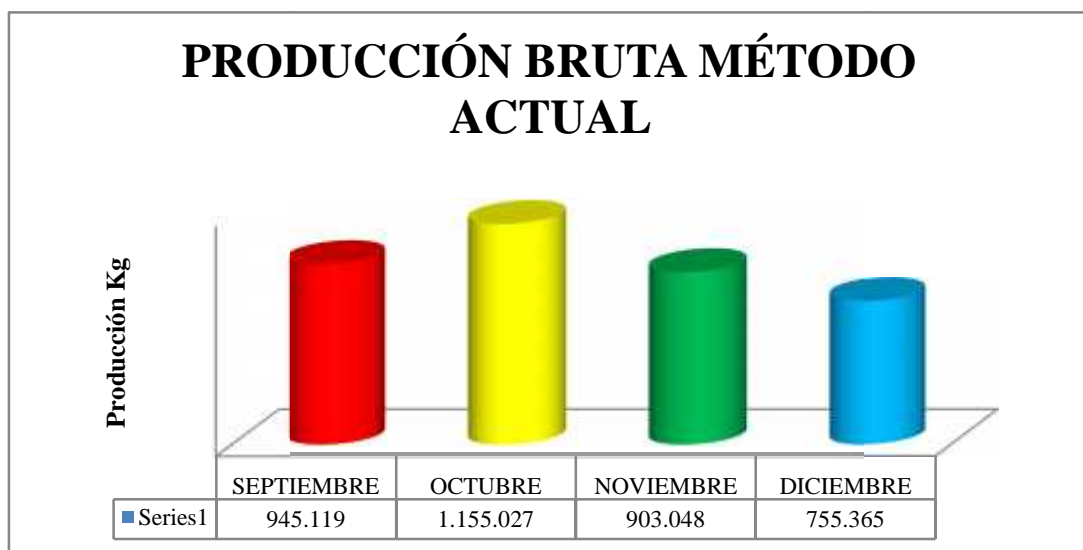
Fundición:

Tabla 22. Producción bruta método actual

PRODUCCIÓN BRUTA MÉTODO ACTUAL			
SEPTIEMBRE 2011	OCTUBRE 2011	NOVIEMBRE 2011	DICIEMBRE 2011
945.119 kg	1.155.027 kg	903.048 kg	755.365 kg

Fuente: Autor

Figura 41. Producción bruta método actual



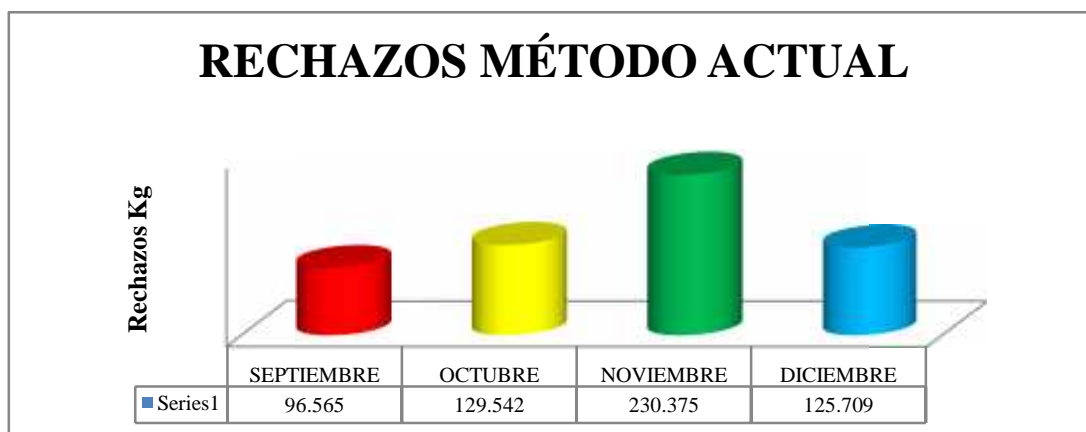
Fuente: Autor

Tabla 23. Rechazos fuera de aleación método actual

RECHAZOS MÉTODO ACTUAL			
Septiembre 2011	Octubre 2011	Noviembre 2011	Diciembre 2011
96.565 kg	129.542 kg	230.375 kg	125.709 kg

Fuente: Autor

Figura 42. Rechazos por fuera de aleación método actual



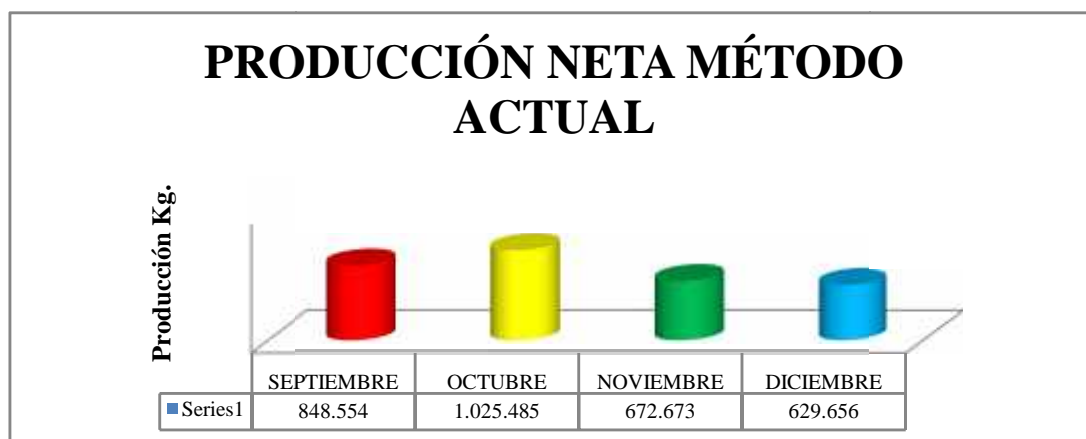
Fuente: Autor

Tabla 24. Producción neta método actual

PRODUCCIÓN NETA MÉTODO ACTUAL			
Septiembre 2011	Octubre 2011	Noviembre 2011	Diciembre 2011
848.554 kg	1.025.485 kg	672.673 kg	629.656 kg

Fuente: Autor

Figura 43. Producción Neta Método Actual



Fuente: Autor

Para establecer la producción mensual de billets se tomará la media de los meses de producción neta indicados esto es 26 días de producción.

$$\text{Producción mensual billets} = 794092 \text{ kg}$$

$$\text{Producción diaria billets} = 30,542 \text{ kg}$$

3.8.11 Análisis de costos de fabricación de control de colado Actual. En este análisis está enfocado en la producción mensual de billets homogenizados, el costo de 1 kg, chatarras, insumos etc. Es de 2,05 dólares.

3.8.11.1 Maquinaria

Tabla 25. Costo maquinaria horno fundición

Descripción	Cantidad	Costo
Horno de fundición	1	\$ 3.000.000
Horno de homogenizado	1	\$ 1.000.000
Total		\$ 4.000.000

Fuente: Autor

3.8.11.2 Servicios básicos

Tabla 26. Costo servicios básicos proceso de colado

Descripción	Cantidad	Costo
Energía	\$ 2.980	\$ 2.980
Total		\$ 2.980

Fuente: Autor

3.8.11.3 Depreciación

Tabla 27. Depreciación horno

Descripción	V.Adquisición	Valor. residual	# años vida	V.D.A	V.D.M
Horno fundición	\$ 3.000.000	\$ 300.000	10	\$ 90.000	\$ 22.500
Horno homogenizado	\$1.000.000	\$100.000	10	\$ 27.000	\$ 7.500
Total	\$ 30.000				

Fuente: Autor

3.8.11.4 Costo fijo

Tabla 28. Costos fijos control del proceso

Descripción	Costo
Depreciación	\$ 30.000
Salarios	\$ 1.634
Servicio básico	\$ 2.980
Total	\$ 34.614

Fuente: Autor

3.8.11.5 Costo variable

Tabla 29. Costos variable control del proceso

Descripción	Costo
Materia prima	\$ 1.627.888,6
Total	\$ 1.627.888,6

Fuente: Autor

3.8.11.6 Precio Unitario

Tabla 30. Precio unitario billets kilogramos

Costo fijo (CF)	\$ 34.614
Costo variable (CV)	\$ 1.627.888,6
CT = CF + CV	\$ 1.662.502,6
Unidades mensuales	794.092 Kg
PV = CT	\$ 1.662.502,6
$PU = \frac{PV}{\text{Número de unidades}}$	\$ 2,08

Fuente: Autor

3.8.11.7 Costo de producción método actual

Tabla 31. Costo de producción control del proceso método actual

Costos	Producción (Kg)	PU	Valor monetario
Costo mensual	\$ 794.092	\$2,08	\$ 1.662.502,6
Costo diario	\$ 30.542	\$2,08	\$ 63.942,4

Fuente: Autor

Extrusión:

Porcentajes de recobrado que se ha obtenido en el área de extrusión con materia prima de fundición pertenecientes al método actual.

Tabla 32. Recobrado de prensas extrusión método actual

RECOBRADO DE PRESAS EXTRUSIÓN MÉTODO ACTUAL			
SEPTIEMBRE 2011	OCTUBRE 2011	NOVIEMBRE 2011	DICIEMBRE 2011
79,86%	78,48%	82,89%	78,71%
78,54%	77,30%	73,18%	77,15%
80,66%	79,91%	80,57%	80,55%

Fuente: Autor

Figura 44. Recobrado de Prensas Extrusión



Fuente: Autor

3.8.12 Toma de de tiempos. La toma de tiempos se la realizará en la máquina briqueteadora, por tener mayor incidencia de los tiempos en la realización de las operaciones, el procedimiento técnico empleado para calcular los tiempos de trabajo consiste en determinar el denominado *tiempo tipo*, entendiendo como tal, el que necesita un trabajador cualificado para ejecutar la tarea a medir, según un método definido. Este tiempo tipo, (T_p), comprende no sólo el necesario para ejecutar la tarea a un ritmo normal, sino además, las interrupciones de trabajo que precisa el operario para recuperarse de la fatiga que le proporciona su realización y para sus necesidades personales. Este análisis servirá como información necesaria para determinar si el tiempo empleado por los trabajadores para realizar su tarea justifica la producción realizada por los mismos.

Podemos resumir en la siguiente forma el mecanismo que nos permitirá establecer el *tiempo tipo* de una operación.

1. Obtención del tiempo tipo de la operación.
2. Valoración del paso al que realiza la operación. El ritmo de trabajo del operario se ha considerado de con el valor de 1, ya que es con el que en el video el trabajador realiza su labor, es decir a ritmo normal.
3. Determinación de los suplementos:

- a. Por fatiga, del 2 al 10% dependiendo del trabajo. Si el trabajo es ligero y existe descansos a la mitad de la jornada no se tomará en cuenta suplementos por fatiga.
 - b. Por retrasos, máximo se tomará un 2%.
 - c. Por necesidades personales, 5% para hombres y 6% para mujeres. Al haberse realizado el registro de tiempos es base de un video con lectura continua, los tiempos suplementos se consideran están incluidos para efecto de cálculo; es decir el tiempo normal será igual al tiempo tipo.
4. Para obtener el tiempo tipo, se deberá corregir el tiempo medio multiplicándolo primero por el factor de valoración del paso con el objeto de obtener el tiempo normal.

$$T_{normal} = T_{medio} \times F_{valoración} \quad (7)$$

$$T_{tipo} = T_{normal} + \%S \times T_{normal} \quad (8)$$

Para el proceso productivo de la fabricación de briquetas se las dividirá en operaciones importantes, en las que abarcaran varias actividades como: operaciones, transportes, demoras etc. De esta forma se podrá determinar un tiempo estándar o tiempo tipo para cada operación.

3.8.13 *Determinación del tiempo tipo distribución actual del área de Fundición, máquina briqueteadora.* Para la determinación del tiempo normal y tiempo tipo se dividió en las siguientes actividades:

Producto: Elaboración de briquetas

Operación 1: Llenado de la tolva con viruta.

Operación 2: Espera a que se termine carga de la tolva.

3.8.14 Hoja de observaciones

Tabla 33. Hoja de observación.

HOJA DE OBSERVACIÓN													
HOJA 1 DE 2 HOJAS						FECHA: 2011-11-07							
OPERACIÓN: Elaboración de briquetas						OPERACIÓN: Elaboración de briquetas							
NOMBRE Y No. DEL OPERARIO: Richard Gómez						PIEZA No:							
EXPERIENCIA EN LA TAREA: Moderada						MÁQUINA No: Máquina briqueteadora							
						HOMBRE:XMUJER:							
ESTUDIO 1						MATERIAL: Viruta de aluminio							
						DEPARTAMENTO:Fundición							
INICIO:	FIN:	TIEMPO TRAS:	UNIDADES TERMINADAS:				TIEMPO REAL POR:			No. DE MÁQUINAS ATENDIDAS: 1			
ELEMENTOS				1	2	3	4	5	6	7	8	SUMA	T. E.
Llenado de la tolva con viruta de aluminio	T		00:00:59	00:01:24	00:01:02	00:00:24	00:01:24	00:01:03	00:01:23	00:01:01			
	L		00:00:59	00:10:54	00:20:43	00:29:31	00:41:31	00:51:22	01:01:11	01:11:03			
Espera que se termine la carga	T		00:08:31	00:08:47	00:08:24	00:10:36	00:08:48	00:08:26	00:08:51	00:08:23			
	L		00:09:30	00:19:41	00:29:07	00:40:07	00:50:19	00:59:48	01:10:02	01:19:26			
ELEMENTOS				9	10	11	12	13	14	15			
Llenado de la tolva con viruta de aluminio	T		00:00:23	00:01:37	00:01:03	00:01:39	00:01:00	00:00:26	00:01:36			00:16:24	00:01:06
	L		01:19:49	01:31:56	01:41:42	01:51:47	02:01:22	02:10:09	02:22:16				
Espera que se termine la carga	T		00:10:30	00:08:42	00:08:27	00:08:35	00:08:24	00:10:31	00:08:42			02:14:37	00:08:58
	L		01:30:19	01:40:38	01:50:08	02:00:22	02:09:46	02:20:40	02:30:58				
												TIEMPO TOTAL	00:10:04

Fuente: Autor

3.8.14.1 Lecturas individuales para cálculo de número necesario de tomas en el proceso de briqueteado

Tabla 34. Lecturas individuales cálculo de tomas

Nº	Lecturas individuales del cronómetro en minutos X	Cuadrado de las lecturas individuales del cronómetro x^2
1	8,52	72,53
2	8,78	77,15
3	8,40	70,56
4	10,60	112,36
5	8,80	77,44
6	8,43	71,12
7	8,85	78,32
8	8,38	70,28
9	10,50	110,25
10	8,70	75,69
11	8,45	71,40
12	8,58	73,67
13	8,40	70,56
14	10,52	110,60
15	8,70	75,69
	x=134,62	$\Sigma x^2 = 1104,95$

Fuente: Autor

3.8.14.2 Número de ciclos a cronometrar. Determinamos el número de observaciones con un nivel de confianza y la precisión estadística deseada, con un nivel de confianza del 95 % y una precisión de ± 5 %. Esto significa que existe un 95 % de probabilidad que la medida de muestra no esté afectado de un error mayor a ± 5 % del verdadero tiempo del elemento observado.

Para lo cual utilizamos la siguiente fórmula:

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \quad (9)$$

Dónde:

$N \Rightarrow$ Número necesario de observaciones.

$x \Rightarrow$ Lectura de los tiempos de elemento medido.

$N_1 \Rightarrow$ Número de lecturas realizadas.

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{(15(1217,63 \text{ min}^2) - (134,62 \text{ min})^2)}}{134,62 \text{ min}} \right]^2 \quad (10)$$

$$N = 13 \text{ Tomas}$$

Como podemos observar el resultado del número de tomas requerido para el análisis es 13, que es menor al número de tomas que he registrado, por lo tanto diremos que el valor del tiempo promedio nos generará **confianza** y los datos que a partir de este se obtienen de igual manera (reales).

3.8.14.3 Tiempo actual.

T normal = T medio x F valoración

T normal = 604 seg x 1

T normal = 604 seg

T tipo = T normal + (% S X T normal) **Suplementos incluidos en el video**

T tipo = 604 seg

T tipo = 604 seg \Rightarrow 10,066 min

3.8.15 Análisis de las condiciones de trabajo en cada uno de los puestos de trabajo. El análisis de cada puesto de trabajo nos ayudará a identificar los factores de riesgos ergonómicos existentes, ocasionados por las características del puesto de trabajo y las tareas que realizan los trabajadores.

3.8.15.1 Briqueteado. Este puesto de trabajo se caracteriza por pasar excesivo tiempo de pie, ya que la máquina es una semiautomática y no requiere tanta manipulación por parte del operario.

Mantener el cuerpo en una posición vertical requiere considerable esfuerzo muscular que es particularmente dañino incluso cuando se permanece de pie sin movimiento. Esto reduce el suministro de sangre a los músculos cargados. Un flujo insuficiente de sangre acelera el inicio de la fatiga y provoca dolor en los músculos de las piernas, espalda y cuello (éstos son músculos que se utilizan para mantener una posición vertical).

Figura 45. Zonas corporales afectadas en el briqueteado



Fuente: Autor

Tabla 35. Lesiones, síntomas, causas típicas en el briqueteado

Lesiones	Síntomas	Causas Típicas
Eritromelalgia:	Clínicamente se caracteriza por la presencia de una sensación de quemazón acompañada de enrojecimiento, calor e inflamación de los pies	Mantenerse de pie mucho tiempo sin movimiento
Hipermovilidad Articular	La hipermovilidad con frecuencia produce un dolor intermitente, profundo recurrente a nivel de rodillas, pies o tobillos, al final del día o por la noche.	Ocurre al estar mucho tiempo de pie

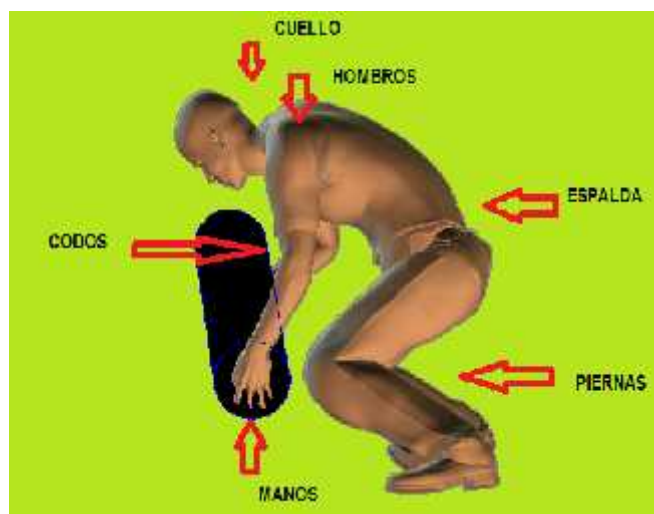
Fuente: Aprendiendodelaergonomia.blogspot.com.

En este puesto de trabajo cabe destacar que las posibles enfermedades profesionales que surgieran serán por para demasiado tiempo de pie, ya que no realiza ningún tipo de esfuerzo físico.

3.8.15.2 Corte en sierra loma. En este puesto de trabajo existe un excesivo esfuerzo lumbar por carga de billets a los pallets la carga aproximada es de 37 kg por billets en un ciclo de ocho horas de trabajo turno normal de trabajo.

Cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.

Figura 46. Zonas corporales afectadas en el corte de billets



Fuente: Autor

Tabla 36. Lesiones, síntomas, causas típicas en el corte de billets

LESIONES	SÍNTOMAS	CAUSAS TÍPICAS
Artrosis de Columna	Las articulaciones de la columna vertebral son el asiento más común de los fenómenos degenerativos, éstos pueden afectar cualquiera de los segmentos, cervical, dorsal o lumbar, pero la localización es en los sitios de mayor movilidad	Se da principalmente en aquellos pacientes que en su vida realizaron trabajos penosos: levantamiento de cargas.
Artrosis de la Cadera	La sintomatología puede ser condensada en breves palabras: inicialmente fatiga a la marcha y dolores progresivamente intensos que limitan cada vez más la movilidad.	El paciente tiene como antecedente el haber realizado trabajos penosos.
Bursitis:	Inflamación de la cavidad que existe entre la piel y el hueso o el hueso y el tendón. Se puede producir en la rodilla, el codo o el hombro.	Arrodillarse, hacer presión sobre el codo o movimientos repetitivos de los hombros.
Cuello u hombro tensos:	Inflamación del cuello y de los músculos y tendones de los hombros.	Tener que mantener una postura rígida.
Epicondilitis:	Inflamación de la zona en que se unen el hueso y el tendón. Se llama "codo de tenista" cuando sucede en el codo.	Tareas repetitivas, a menudo en empleos agotadores como ebanistería, enyesado o colocación de ladrillos.
Síndrome del túnel del carpo bilateral:	Presión sobre los nervios que se transmiten a la muñeca.	Trabajo repetitivo con la muñeca encorvada.

Fuente: Autor

3.8.15.3 Control de proceso de colado. El calor excesivo puede causar choque, una condición que puede poner en peligro la vida resultando en un daño irreversible. Una condición menos seria asociada con el calor excesivo que incluye fatiga, calambres y alteraciones relacionadas por golpe de calor, por ejemplo, deshidratación, desequilibrio hidroelectrolítico, pérdida de la capacidad física y mental durante el trabajo.

Figura 47. Zonas corporales afectadas en el proceso de colado



Fuente: Autor

Tabla 37. Lesiones, síntomas, causas típicas en el proceso de colado

Lesiones	Síntomas	Causas Típicas
Golpe de calor	Confusión, pérdida del conocimiento, convulsiones, temperatura del cuerpo muy alta, piel caliente seca y mucho calor	Trabajo expuesto directamente al calor.
El agotamiento por calor	Dolor de cabeza, Náuseas, Mareos, Debilidad, Irritabilidad, Sed, Sudor intenso, Alta, temperatura corporal, Disminución de la eliminación de orina	Trabajo en ambiente caluroso

Fuente: Autor

3.9 Evaluación de esfuerzos y fatiga método actual de trabajo en sierra loma

3.9.1 *Método utilizado INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, España)).* El método está especialmente orientado a la evaluación de tareas que se realizan en posición de pie, sin embargo, realiza algunas indicaciones sobre los levantamientos realizados en posición sentado que podría orientar al evaluador acerca del riesgo asociado al levantamiento en dicha postura, en cualquier caso inadecuada.

La guía se centra en la evaluación de tareas de manipulación manual de cargas susceptibles de provocar lesiones principalmente de tipo dorso-lumbar, estableciendo que podrán ser evaluadas tareas en la que se manejen cargas con pesos superiores a 3 Kg., al considerar que por debajo de dicho valor el riesgo de lesión dorso-lumbar resulta poco probable. Sin embargo, señala que si la frecuencia de manipulación de la carga es muy elevada, aun siendo ésta de menos de 3 kg., podrían aparecer lesiones de otro tipo, por ejemplo en los miembros superiores por acumulación de fatiga. En tales circunstancias, debería evaluarse el puesto bajo los criterios de otros métodos orientados hacia este tipo de trastornos.

3.9.1.1 *Consideraciones previas a la aplicación del método.* Previamente a la evaluación es necesario considerar que:

1. El método considera que existe "manipulación manual de cargas", sólo si el peso de la carga supera los 3Kg. El método se basa en la prevención de lesiones principalmente de tipo dorso-lumbar y en tales circunstancias (peso inferior a 3 Kg.), considera improbable su aparición.
2. Si existiera manipulación manual de cargas la primera medida a considerar debería ser la sustitución de la misma, mediante la automatización o mecanización de los procesos que la provocan o introduciendo en el puesto ayudas mecánicas que realicen el levantamiento.

3. El método está diseñado para la evaluación de puestos en los que el trabajador realiza la tarea "De pie". Sin embargo, a modo de orientación, propone como límite de peso para tareas realizadas en posición sentado, 5 Kg., indicando, en cualquier caso, que dicha posición de levantamiento conlleva un riesgo no tolerable y debería ser evitada.

4. Finalmente, si existe levantamiento de carga (más de 3 Kg.), no es posible el rediseño ideal para su eliminación y el levantamiento se realiza en posición de pie, se procederá a realizar la evaluación del riesgo asociado al puesto(MENÉNDEZ).


3.9.1.2 *Situación actual de los esfuerzos para sierra loma.* Todos los datos expuestos en la en la siguiente tabla se han recopilado del área de fundición

Tabla 38. Datos del estudio para sierra loma método de INSHT

MÉTODO DE INSHT	
DATOS DEL PUESTO	
Identificador del puesto	Corte en sierra loma
Descripción	Corte de billets
Empresa	Cedal S.A.
Departamento/Área	Fundición.
Sección	Producción
DATOS DE LA EVALUACIÓN	
Empresa evaluadora	xxx
Nombre del evaluador	Germán Correa
Fecha de evaluación	xxx
DATOS DEL TRABAJADOR	
Nombre del trabajador	Patricio Garzón
Sexo	Hombre
Edad	34años
Antigüedad en el puesto	5 años
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	7horas
Duración de la jornada laboral	8 horas
OBSERVACIÓN	
Carga aproximada en la jornada de trabajo 37 kilogramos	

Fuente: Autor

Tabla 39. Evaluación manipulación de carga método de INSHT

INTRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN		
DATOS DE MANIPULACIÓN DE CARGA		
Posición de levantamiento		
Indique la postura en la que el trabajador manipula la carga. Considere que el método este orientado a la evaluación de tareas que se realizan en posición de pie, la posición sentado <div>de pie</div> <div>sentado</div>		
Peso real de la carga		
Indique el peso real de la carga manipulada por el trabajador 37 kg		
Duración de la tarea		
Indique el tiempo total de manipulación de la carga incluido los descansos 8 horas		
Indique el tiempo total de descanso en la manipulación de la carga 60 min		
Posición de la carga con respecto al cuerpo		
Altura : Indique la altura a la que manipula la carga respecto al cuerpo del trabajador Altura a la vista Encima del codo Debajo del codo Altura del muslo		
Separación: Con respecto al cuerpo o distancia horizontal de la carga al cuerpo Posición de la carga cerca al cuerpo Posición de la carga lejos del cuerpo		
 <p>El diagrama muestra un trabajador de pie manipulando una carga. Se indican las siguientes alturas y distancias de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> Altura a la vista: 12 kg Encima del codo: 10 kg Debajo del codo: 8 kg Altura del muslo: 6 kg Distancia horizontal: 10 kg Distancia vertical: 10 kg 		
Factores de corrección		
Desplazamiento vertical de la carga		de 0 cm hasta 25cm
Giro del tronco		Muy girado (90°)
Tipo de agarre		
Agarre bueno agarre regular		garre malo
Duración de la manipulación		
menor de 1 hora al día		entre 1 a 2 horas al día Entre 2 a 8 horas día
Frecuencia de manipulación		
1 vez cada 5 min 1 vez por minuto		4 veces por min 9 veces por min

Fuente: Autor

Tabla 40. Evaluación condiciones ergonómicas del puesto de trabajo método de INSHT

INTRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN
CONDICIONES ERGONÓMICAS DEL PUESTO
<p>Indique si se dan algunas de las circunstancias especificadas a continuación respecto al levantamiento que dificulte la tarea del trabajador.</p> <p>Se inclina el tronco al manipular la carga</p> <p>Se ejercen fuerzas de empuje o tracción elevadas</p> <p>El tamaño de la carga es mayor de 60x50x60 cm</p> <p>Puede ser peligrosa la superficie de la carga</p> <p>Se puede desplazar el centro de gravedad</p> <p>Se pueden mover las cargas de forma brusca o inesperadas</p> <p>Son insuficientes las pausas</p> <p>Carece el trabajador de autonomía para regular su ritmo de trabajo</p> <p>Se realiza la tarea con el cuerpo en posición inestable</p> <p>Son los suelos irregulares o resbaladizos para el calzado del trabajador</p> <p>Es insuficiente el espacio del trabajador para una manipulación correcta</p> <p>Hay que salvar desniveles del suelo durante la manipulación</p> <p>Se realiza la manipulación en condiciones termohigrométricas extremas</p> <p>Existen corrientes de aire o ráfagas de viento que desequilibren la carga</p> <p>Es deficiente la iluminación</p> <p>Esta expuesto el trabajador a vibraciones</p>


Fuente: Autor

Tabla 41. Evaluación condiciones ergonómicas individuales del trabajador método de INSHT

INTRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN
CONDICIONES INDIVIDUALES DEL TRABAJADOR
<p>Indique si se dan algunas de las circunstancias especificadas a continuación respecto al levantamiento que dificulten la tarea del trabajador</p>
<p>La vestimenta o el equipo de protección individual dificulta la manipulación</p> <p>Es inadecuado el calzado para la manipulación</p> <p>Carece el trabajador de información sobre el peso de la carga</p> <p>Carece el trabajador de información sobre el lado más pesado de la carga o sobre su centro de gravedad</p> <p>Es el trabajador especialmente sensible al riesgo (mujeres embarazadas, trabajadores con patologías dorso lumbar)</p> <p>Carece el trabajador de información sobre los riesgos para su salud derivadas de la manipulación manual de cargas</p> <p>Carece el trabajador de entrenamiento para realzar la manipulación con seguridad</p>

Fuente: Autor

Tabla 42. Análisis de los resultados sierra loma método de INSHT

POBLACIÓN PROTEGIDA	
Indique la población para la que desea calcular el peso limite aceptable recomendado. Para el 85% de la población	
Población protegida: Porcentaje o tipo de trabajadores para los que se analiza el riesgo asociado con el levantamiento Si se desea analizar un estudio valido para la población en general el porcentaje de población protegida será 85 %	
PESO REAL	
La siguiente tabla muestra el peso real de la carga elevada	
Peso real	
37 Kg	
PESO TEÓRICO RECOMENDADO	
La siguiente tabla muestra el valor obtenido para el peso teórico, en función de la distancia horizontal a la que se maneja la carga y la posición en la que el trabajador realiza el levantamiento en un estado ideal de manipulación	
Peso teórico recomendado	
25 Kg	
PESO TRASPORTADO Y DISTANCIA RECORRIDA	
La siguiente tabla muestra lo valores acumulados del peso transportado y la distancia recorrida durante el tiempo total de manipulación de cargas	
Peso total transportado	Distancia total recorrida
15540 kg	Hasta 10 metros
TOLERANCIA DEL RIESGO	
En el siguiente resultado indica si la condición de levantamiento junto con el peso real manejado se encuentran o no dentro de los limites	
Considerados	como
aceptables.	
 <p>The screenshot shows a yellow warning triangle icon followed by the text 'RIESGO NO TOLERABLE' in red. Below it, in red, is 'Son necesarias medidas correctoras.' Underneath, in green, is 'Análisis del resultado:'. This is followed by three lines of red text: 'El Peso de la carga excede los límites aceptables de levantamiento.', 'Existen factores de corrección que no cumplen con las condiciones recomendadas de manipulación de cargas.', and 'La carga acumulada transportada diariamente, supera los 10.000 Kg. permitidos por día (turno de 8 horas), para distancias de hasta 10 m'.</p>	

Fuente: Autor

Tabla 43. Análisis de los resultados sierra loma método de INSHT

FACTORES DE ANÁLISIS QUE INCUMPLEN LAS CONDICIONES DE LEVANTAMIENTO
La actuación sobre los factores que incumplen las condiciones adecuadas para el levantamiento de cargas, podrá guiar el rediseño de la tarea hasta alcanzar valores tolerables del riesgo asociado al manejo de la carga
El peso de la carga de 37 Kg, supera el peso límite o aceptable recomendado 11,94 kg
Desplazamiento vertical= hasta 50 cm
El desplazamiento vertical de la carga supera los 25 cm considerados el desplazamiento recomendado de una carga
Giro del tronco= muy girado (90°)
La realización de giros del tronco durante el manejo de cargas no cumplen con la situación recomendada, que indica que no se deberá girar el tronco en ningún momento
Distancia total transportada de la carga= hasta 10 metros; Peso total transportado= 15540 kg
La carga acumulada transportada diariamente, supera los 10000kg, permitidos por día turno de 8 horas

Fuente: Autor

3.10 Situación actual de la exposición térmica en el control del proceso

3.10.1 El método Fanger para la valoración del confort térmico. El método Fanger para la valoración del confort térmico, fue propuesto en 1973 por P.O. Fanger, en la publicación *Thermal Comfort* (New York, McGraw-Hill, 1973). Este método es en la actualidad uno de los más extendidos para la estimación del confort térmico. A partir de la información relativa a la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa o la presión parcial del vapor de agua, el método calcula dos índices denominados *Voto medio estimado (PMV-predicted mean vote)* y *Porcentaje de personas insatisfechas (PPD-predicted percentage dissatisfied)*, valores ambos, que aportan información clara y concisa sobre el ambiente térmico al evaluador.

El Voto medio estimado es un índice que refleja el valor de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala de sensación térmica de 7 niveles (frió, fresco, ligeramente fresco, neutro, ligeramente caluroso, caluroso, muy caluroso).

El equilibrio térmico depende de la actividad física, de la vestimenta, y de parámetros ambientales como: la temperatura del aire, la temperatura radiante media, etc.

El Voto medio estimado predice el valor medio de la sensación térmica no obstante, los votos individuales se distribuirán alrededor de dicho valor medio, por lo que resulta útil estimar el *Porcentaje de personas insatisfechas* por notar demasiado frío o calor(MENÉNDEZ).

3.10.1.1 Situación actual de la sensación térmica en el control del proceso.

Tabla 44. Datos del estudio del control del proceso método fanger

MÉTODO FANGER	
DATOS DEL PUESTO	
Identificador del puesto	Control del Proceso de Colado de aluminio.
Descripción	Exposición a altas temperaturas.
Empresa	Cedal S.A.
Departamento/Área	Fundición.
Sección	Producción.
DATOS DE LA EVALUACIÓN	
Empresa evaluadora	xxx
Nombre del evaluador	Germán Correa
Fecha de evaluación	xxx
DATOS DEL TRABAJADOR	
Nombre del trabajador	Francisco Caiza.
Sexo	Hombre
Edad	36años
Antigüedad en el puesto	4 años
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	7horas
Duración de la jornada laboral	8 horas

Fuente: Autor

- Aislamiento de ropa, se ha tomado a partir de la ropa del operario.
- Tasa metabólica, se ha escogido el nivel del método de la actividad realizada.
- La temperatura del aire, radiante, velocidad relativa del aire, el porcentaje de humedad se ha tomada del puesto de trabajo.

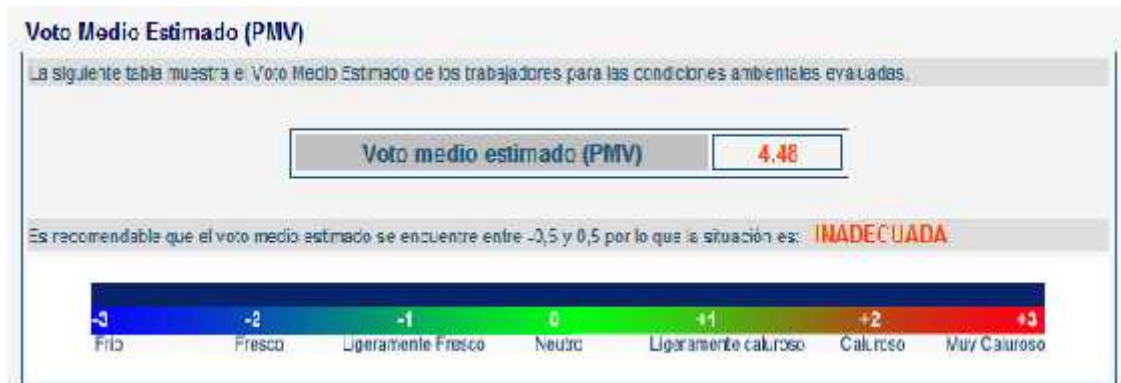
Tabla 45.Evaluación de las sensación térmica en el control del proceso método fanger.

MÉTODO FANGER		
INTRODUCCIÓN DATOS		
Aislamiento de la ropa	1	clo.=0,16m ² K/W(1clo.=0,155m ² /K)
	Para rellenar el dato automáticamente a partir de las combinaciones habituales de ropa pulse aquí	
	Para rellenar el dato automáticamente a partir de la selección personalizado de prendas pulse aquí	
Tasa metabólica	3,27	met.=190,15W/m ² (1met=58,15W)
	Niveles para la determinación de la tasa metabólica	
	NIVEL 1	1.A. Estimación de la tasa metabólica en función de la profesión.
		Para calcular la tasa metabólica a partir de la profesión desarrollada pulse aquí
	TANTEO	1.B. Estimación de la tasa metabólica en función del tipo de actividad
		Para calcular la tasa metabólica a partir del tipo de actividad pulse aquí
Temperatura del aire	42	°C
Temperatura radiante media	42	°C
Velocidad relativa del aire	0,2	m/s
Humedad relativa	10	%

Fuente.- Autor

Si el valor del Voto medio estimado (PMV) pertenece al rango de valores comprendidos entre -0,5 y 0,5, reflejará una situación térmica satisfactoria, confortable para la mayoría de los trabajadores. En otro caso la situación se considerará inadecuada y por tanto deberían llevarse a cabo medidas correctoras de mejora de la sensación térmica.

Figura 48. Voto medio estimado



Fuente: Ergonuatas.com

Porcentaje de personas insatisfechas. Valores del Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) de hasta 10% reflejarán una situación satisfactoria para la mayoría de las personas (90% satisfechos), mientras que valores superiores indicarán una situación de incomfort térmico. Dicho valor se corresponde con los límites -0,5 y 0,5 indicados para el PMV(MENÉNDEZ).

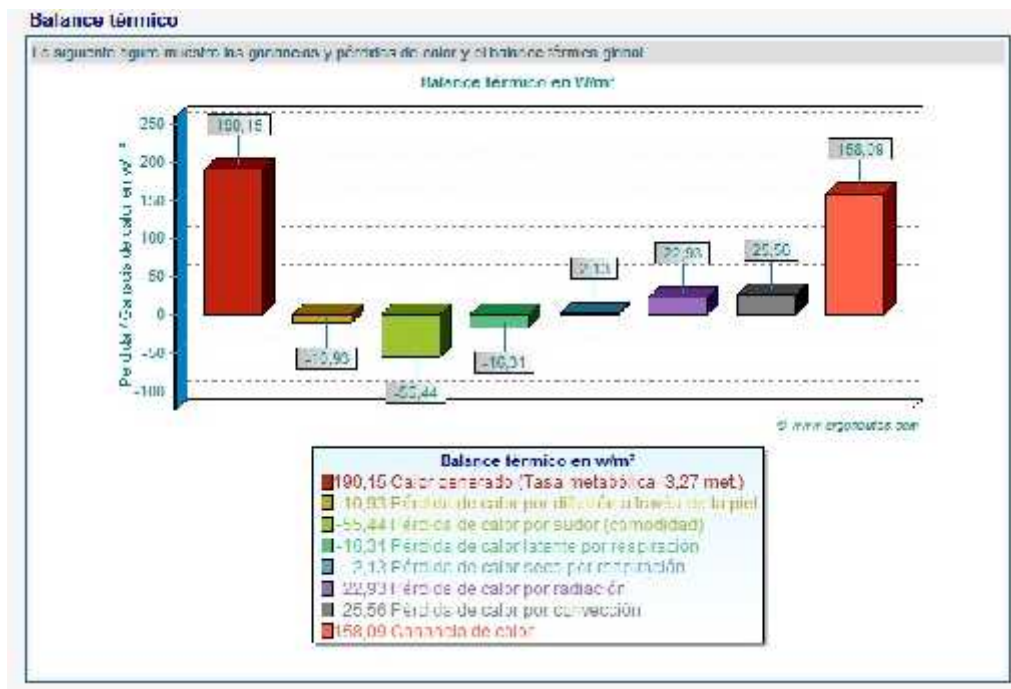
Figura 49. Porcentaje de personas insatisfechas



Fuente: Ergonuatas.com

Balance térmico. El análisis comparativo de los valores de los términos de la ecuación definida por Fanger para el cálculo del Voto medio estimado, que identifican a los diferentes mecanismos de pérdida de calor, puede orientar al evaluador sobre los aspectos térmicos más desfavorables a intervenir (MENÉNDEZ).

Figura 50. Balance térmico



Fuente: Ergonuatas.com

3.11 Distribución actual de los puestos de trabajo en el área de fundición

Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo G.

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA EMPRESA CEDAL S.A.

4.1 Método propuesto de trabajo

De acuerdo a la capacidad instalada de la planta, los recursos con los que cuenta la empresa se proponen los siguientes métodos de trabajo con las modificaciones propuestas en los diagramas.

- a) Como primera acción a tomar será, coordinar con el departamento de mantenimiento para realizar el cambio de sitio de la sierra loma (cerca de la briqueteadora), para que el operario del primer turno puedan manipular las dos máquinas como consecuencia a esto estaremos minimizando costos de operación de las máquinas.
- b) Realizar un manual para estandarizar parámetros de ingreso en la máquina briqueteadora de acuerdo al tipo de viruta que se vaya a briquetear esto ayudará que la máquina trabaje sin paras por sobrecalentamiento de elementos.
- c) Implementación de hojas de procesos e indicaciones puntuales del método a aplicar con los respectivos tiempos.
- d) Establecer buenas costumbres de trabajo con los operarios y supervisores, mediante charlas de motivación, nuevos métodos de trabajo y condiciones de trabajo.
- e) Adiestrar en corte de sierra loma a los operarios de carga de chatarras del horno de fundición, para poder realizar cambio de puestos con operarios de sierra loma con esto se minimizara enfermedades por levantamiento repetitivo.
- f) Para comodidad de los trabajadores y acondicionamiento ergonómico se recomienda la adquisición de un traje protector aluminizado para el puesto de control del proceso para evitar quemaduras y enfermedades por efecto del calor.

Figura 51. Delantal Aluminizado



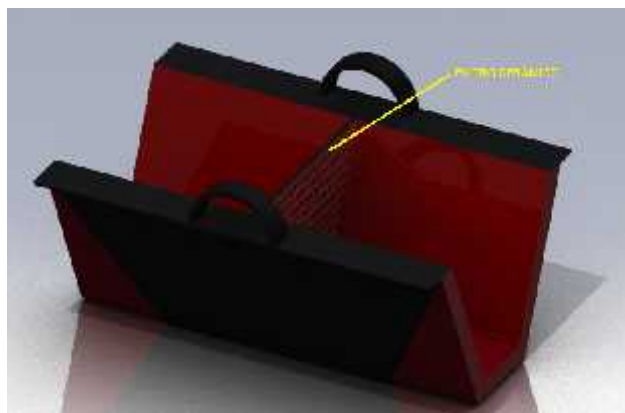
Delantal y guantes aluminizado es una alternativa rápida, cómoda, liviana y muy útil en protección frente a fuentes radiantes de calor y salpicaduras de metal fundido. Sus medidas permiten una gran protección primaria además de una óptima libertad de movimientos.

Fuente: Autor

g) Realizar análisis espectrométrico cada media hora, para conocer en qué estado se encuentra la aleación esto permitirá minimizar los rechazos por fuera de aleación en el área de fundición.

h) Implementar un nuevo sistema de filtrado para el desgasificador, esto evitara que pasen impurezas al tundish por lo tanto estaremos enviando que los billets se encuentren internamente con escoria esto garantizará tener menor desgarres en las prensas y maximizar el recobrado en el área de extrusión.

Figura 52. Filtro cerámico



Fuente: Autor

Figura 53. Posición del Filtro cerámico propuesto



Fuente: Cedal S.A

- i) Implementar la adición de un biodispersante **Towerclean 73550** en la torre de enfriamiento del agua que se dirigen a los moldes, esto nos ayudará al aglutinamiento de las grasas que se forman por efectos del proceso por lo tanto se alargará el arranque de producción al tener un buen acabado superficial y ayudará a aumentar la productividad del área de fundición.

Figura 54. Aglutinamiento de las grasas en la cisterna



Fuente: Cedal S.A

Tabla 46. Hoja de características técnicas del biodispersantetowerclean 73550

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
FORMA:	Líquido
APARIENCIA:	Amarillo claro
OLOR:	Suave
OLOR UMBRAL:	No hay datos disponibles.
PUNTO DE INFLAMACIÓN:	No es inflamable
LÍMITE INFERIOR DE EXPLOSIÓN:	No hay datos disponibles.
LÍMITE SUPERIOR DE EXPLOSIÓN:	No hay datos disponibles.
DENSIDAD RELATIVA:	1.1 @ 25 °C
DENSIDAD:	9.2 lb/gal
SOLUBILIDAD (EN AGUA):	Dispersable
pH:	7.0 - 9.5 @ (10 %)
PUNTO INICIAL DE EBULLICIÓN:	100 °C
CONTENIDO DE VOC	(Carbono Orgánico Volátil) 0 %
Nota: Estas propiedades físicas son valores típicos para este producto y están sujetas a cambio.	
ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
ESTABILIDAD :	
Estable en condiciones normales.	
RIESGO DE POLIMERIZACIÓN:	
No ocurre polimerización peligrosa.	
CONDICIONES QUE DEBEN EVITARSE :	
Evite extremos de temperatura.	
MATERIALES QUE DEBEN EVITARSE :	
El contacto con oxidantes fuertes (por ej. cloro, peróxidos, cromatos, ácido nítrico, perclorato, oxígeno concentrado, permanganatos) puede generar calor, fuego, explosiones y/o vapores tóxicos. Ácidos fuertes Bases	
PRODUCTOS PELIGROSOS DE DESCOMPOSICIÓN:	
Bajo condiciones de incendio: Óxidos de carbono	

Fuente: Interoc S.A

4.1.1 *Diagrama de flujo para briqueteado y corte en sierra lomamétodo propuesto*

4.1.2 *Diagrama de proceso de briqueteado y corte en sierra loma propuesto*

4.1.3 *Diagrama hombre máquina briqueteado y corte en sierra loma propuesto*

4.1.4 *Diagrama de recorrido de briqueteado y corte en sierra loma método propuesto.* Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo H.

4.1.5 *Resultados de producción de briqueteado y corte en sierra loma método propuesto.* En el siguiente análisis se observara la producción mensual del consumo de viruta para la fabricación de briquetas y la producción mensual de corte de billets en sierra loma utilizando el método propuesto de trabajo, el proceso de briqueteado y corte de sierra lo hace un solo operario.

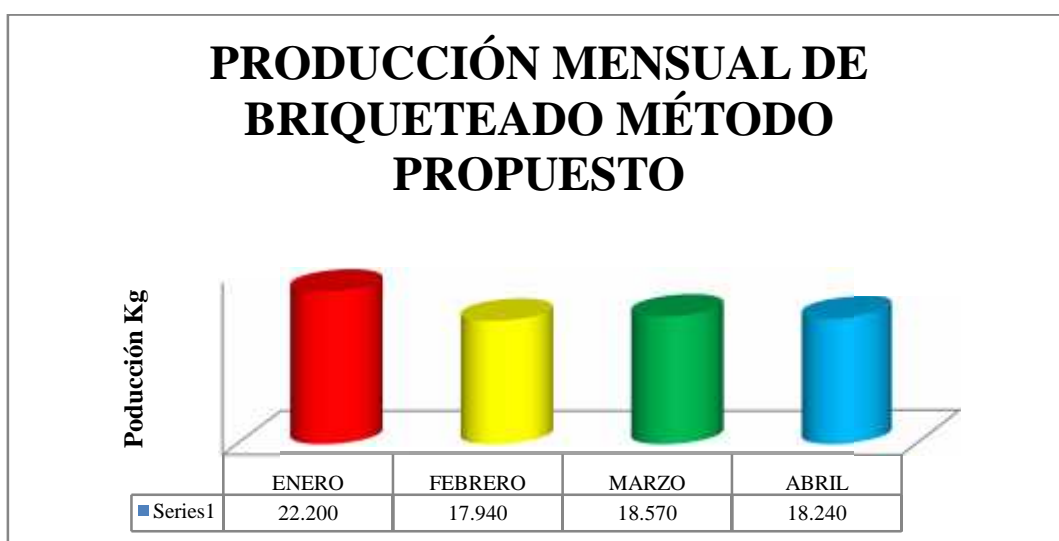
- *Producción de briquetas propuesto.*

Tabla47. Producción mensual de compactado de viruta método propuesto

PRODUCCIÓN MENSUAL BRIQUETEADORA PROPUESTO			
ENERO 2012 (Kg)	FEBRERO 2012 (Kg)	MARZO 2012 (Kg)	ABRIL 2012 (Kg)
910	800	970	680
830	910	670	680
-	1.020	750	1.200
1.050	990	1.000	1.010
790	1.000	-	910
820	890	720	930
960	1.100	780	800
1.100	800	1.200	790
890	690	970	1.300
990	700	900	-
980	670	-	1.200
770	560	850	1.000
690	-	810	420
600	100	1.020	500
870	810	760	1.050
600	760	-	520
840	900	550	-
990	770	400	-
890	590	640	-
790	-	-	640
1.100	-	430	-
22.200	17.940	18.570	18.240

Fuente: Autor

Figura55. Producción mensual de briqueteado método propuesto



Fuente: Autor

Producción mensual Propuesta de briquetado = 19238 kg

Producción diaria Propuesta de briquetado = 641 kg

4.1.6 Resultados de costos de fabricación de briquetas y corte en sierra loma propuesto

4.1.6.1 Maquinaria

Tabla 48. Costo maquinaria briqueteadora

Descripción	Cantidad	Costo
Briqueteadora	1	\$ 17.695
Total		\$ 17.695

Fuente: Autor

4.1.6.2 Servicios básicos

Tabla 49. Costo servicios básicos briqueteadora

Descripción	Cantidad	Costo
Energía	\$ 990	\$ 990
Total		\$ 990

Fuente: Autor

4.1.6.3 Depreciación

Tabla 50. Depreciación briqueteadora

Descripción	Valor. Adquisición	Valor. Residual	# años vida	V.D.A	V.D.M
Maquinaria	\$ 17.695	\$ 1.769,5	10	\$ 1.592,55	\$ 132,71
Total	\$ 132,71				

Fuente: Autor

4.1.6.4 Costo fijo

Tabla 51. Costos fijos briqueteadora

Descripción	Costo
Depreciación	\$ 132,71
Servicio básico	\$ 990
Total	\$ 1.122,71

Fuente: Autor

4.1.6.5 Costo variable

Tabla 52. Costos variables briqueteadora

Descripción	Costo
Materia prima	\$ 18.468,48
Total	\$ 18.468,48

Fuente: Autor

4.1.6.6 Precio Unitario

Tabla 53. Precio unitario briquetas kilogramos

CT = CF + CV	\$ 19.591,19
Unidades mensuales	19.238 Kg
$PU = \frac{CT}{\text{Número de unidades}}$	\$ 1,02

Fuente: Autor

4.1.6.7 Costo de producción método propuesto

Tabla 54. Costo de producción briquetas método propuesto

Costos	Producción (Kg)	PU	Valor monetario
Costo mensual	19.238,00	\$ 1,02	\$ 19.591,19
Costo diario	641,00	\$ 1,02	\$ 652,77

Fuente: Autor

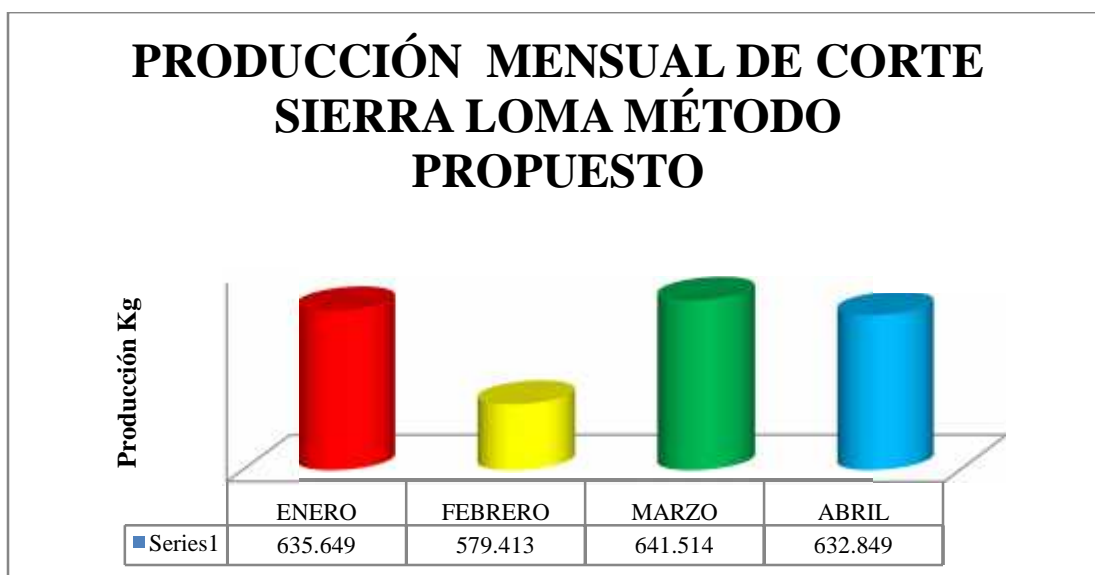
- *Producción de billets corte de sierra loma*

Tabla 55. Producción mensual de corte de billets en sierra loma método propuesto

PRODUCCIÓN MENSUAL SIERRA LOMA PROPUESTO			
ENERO 2012 (Kg)	FEBRERO 2012 (Kg)	MARZO 2012 (Kg)	ABRIL 2012 (Kg)
23.572	22.537	21.450	21.450
23.218	21.750	17.060	17.060
7.860	23.460	20.274	20.274
22.650	22.984	22.612	22.612
25.560	21.020	23.282	23.282
27.520	22.360	19.500	19.500
26.960	23.760	22.984	22.984
24.420	23.572	24.190	24.190
15.160	24.112	24.070	24.070
24.960	24.120	21.450	21.450
21.630	20.950	16.527	16.527
23.710	22.159	21.810	21.810
23.880	15.110	25.380	24.788
22.180	24.480	22.420	19.740
24.420	23.572	24.190	24.190
15.160	24.112	24.070	24.070
27.141	14.440	20.728	21.750
15.720	23.580	20.290	23.700
20.290	25.310	20.460	23.080
635.649	579.413	641.514	632.849

Fuente: Autor

Figura56. Producción mensual de corte de sierra loma método propuesto



Fuente: Autor

Producción mensual Propuesta de Corte de sierra loma = 622356 kg

Producción diario Propuesta de Corte de sierra loma = 20745 kg

4.1.6.8 Maquinaria

Tabla 56. Costo maquinaria sierra loma

Descripción	Cantidad	Costo
Sierra loma	1	\$ 81.000
Total		\$ 81.000

Fuente: Autor

4.1.6.9 Servicios básicos

Tabla 57. Costo servicios básicos sierra loma

Descripción	Cantidad	Costo
Energía	1.090	\$ 1.090
Total		\$ 1.090

Fuente: Autor

4.1.6.10 Depreciación

Tabla 58. Depreciación sierra loma

Descripción	Valor.Adquisición	Valor. Residual	# años vida	V.D.A	V.D.M
Maquinaria	\$ 81.000	\$ 8.100	10	\$ 7.290	\$ 607,5
Total					\$ 607,5

Fuente: Autor

4.1.6.11 Costo fijo

Tabla 59. Costos fijos sierra loma

Descripción	Costo
Depreciación	\$ 607,5
Salario	\$ 1.168
Servicio básico	\$ 1.090
Total	\$ 2.865,5

Fuente: Autor

4.1.6.12 Costo variable

Tabla 60. Costos variables Sierra loma

Descripción	Costo
Materia prima	\$ 1.296.989,9
Total	\$ 1.296.989,9

Fuente: Autor

4.1.6.13 Precio unitario

Tabla 61. Precio unitario sierra loma kilogramos

CT = CF + CV	\$ 1.299.855,4
Unidades mensuales	622.356 Kg
$PU = \frac{CT}{\text{Número de unidades}}$	\$ 2,089

Fuente: Autor

4.1.6.14 Costo de producción método propuesto

Tabla 62. Costo de producción Sierra loma método propuesto

Costos	Producción(Kg)	PU	Valor monetario
Costo Mensual	622.356,00	\$ 2,089	\$ 1.298.979,4
Costo Diario	20.745,00	\$ 2,089	\$ 43.298,9

Fuente: Autor

4.1.7 *Diagrama de flujo del Control del Proceso de colado propuesto.* Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo I.

4.1.8 *Diagrama de proceso de control del proceso.* Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo J.

4.1.9 *Resultados de producción y rechazos de billets método propuesto.* En el siguiente análisis se observara la producción y el rechazo mensual en el área de fundición utilizando el método propuesto de trabajo, y los resultados obtenidos en área de extrusión.

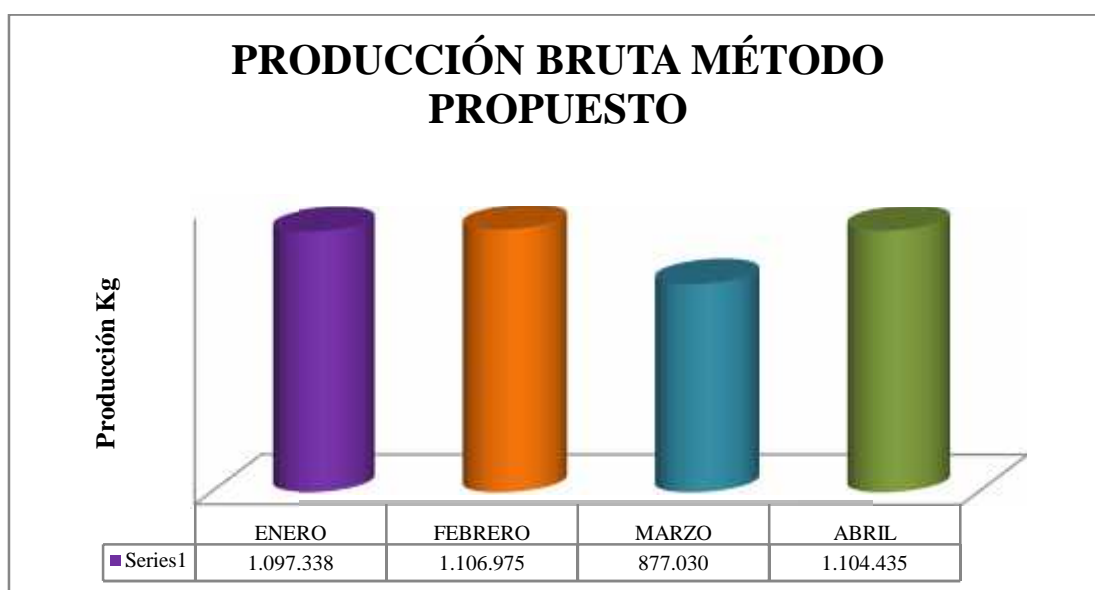
Cabe destacar que los datos obtenidos en el área de fundición son datos reales desde enero 2012 que se realizó esta propuesta

Tabla 63. Producción bruta método propuesto

PRODUCCIÓN BRUTA MÉTODO PROPUESTO			
ENERO 2012	FEBRERO 2012	MARZO 2012	ABRIL 2012
1.097.338 kg	1.106.975 kg	877.030 kg	1.104.435kg

Fuente: Autor

Figura 57. Producción bruta método actual



Fuente: Autor

Tabla 64. Rechazos acumulados Método propuesto

RECHAZOS MÉTODO PROPUESTO			
ENERO 2012	FEBRERO 2012	MARZO 2012	ABRIL 2012
97.287 kg	127.266 kg	110.322 kg	93.898 kg

Fuente: Autor

Figura 58. Rechazos acumulados Método Propuesto



Fuente: Autor

Tabla65. Producción Neta Método Propuesto

PRODUCCIÓN NETA MÉTODO PROPUESTO			
ENERO 2012	FEBRERO 2012	MARZO 2012	ABRIL 2012
1.000.051 kg	979.709 kg	775.708 kg	1.010.537 kg

Fuente: Autor

Figura 59. Producción Neta Método Propuesto



Fuente: Autor

Producción mensual billtes = 941501 kg

Producción diaria billtes = 36212 kg

4.1.10 Resultados de producción y rechazos de billets método propuesto

4.1.10.1 Maquinaria.

Tabla 66. Costo maquinaria horno fundición

Descripción	Cantidad	Costo
Horno de fundición	1	\$ 3.000.000
Horno de homogenizado	1	\$ 1.000.000
Total		\$ 4.000.000

Fuente: Autor

4.1.10.2 Servicios básicos

Tabla 67. Costo servicios básicos proceso de colado

Descripción	Cantidad	Costo
Energía	\$ 2.980	\$ 2.980
Total		\$ 2.980

Fuente: Autor

4.1.10.3 Depreciación

Tabla 68. Depreciación horno

Descripción hornos	Valor.Adquisición	Valor. Residual	# años vida	V.D.A	V.D.M
Fundición	\$ 3.000.000	\$ 300.000	10	\$ 270.000	\$ 22.500
Homogenizado	\$ 1.000.000	\$ 100.000	10	\$ 90.000	\$ 7.500
Total					\$ 30 000

Fuente: Autor

4.1.10.4 Costo fijo

Tabla 69. Costos fijos control del proceso

Descripción	Costo
Depreciación	\$ 30.000
Salarios	\$ 1.634
Servicio básico	\$ 2.980
Total	\$ 34.614

Fuente: Autor

4.1.10.5 Costo variable

Tabla 70. Costos variable control del proceso

Descripción	Costo
Materia prima	\$ 1.930.077,05
Total	\$ 1.930.077,05

Fuente: Autor

4.1.10.6 Precio unitario

Tabla 71. Precio unitario billets kilogramos

CT = CF + CV	\$ 1.969.691,1
Unidades mensuales	941501 Kg
$PU = \frac{CT}{\text{Número de unidades}}$	\$ 2,07

Fuente: Autor

4.1.10.7 Costo de producción método propuesto.

Tabla 72. Costo de producción control del proceso método propuesto

Costos	Producción(Kg)	PU	Valor monetario
Costo Mensual	941.501,00	2,07	\$ 1.969.691,1
Costo Diario	36.212,00	2,07	\$ 75.565,92

Fuente: Autor

Tabla 73. Recobrado de prensas extrusión propuesto

RECOBRADO DE PRESAS EXTRUSIÓN			
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
78,63%	78,12%	79,55%	80,78%
87,59%	74,32%	80,50%	80,95%
82,44%	79,68%	80,80%	80,93%
80,09%	81,80%	78,72%	80,40%
80,05%	78,25%	78,37%	81,58%
81,37%	82,06%	90,33%	80,68%
80,87%	80,88%	82,24%	80,74%
78,54%	81,26%	83,69%	80,04%
80,84%	80,30%	80,74%	83,78%
77,25%	82,85%	81,98%	81,30%
80,85%	78,27%	82,19%	79,55%
79,87%	79,63%	80,57%	81,25%
81,09%	80,06%	80,72%	81,64%
78,87%	79,91%	70,27%	80,93%
82,10%	83,25%	80,14%	
79,44%	83,23%	79,54%	
80,43%	79,65%	80,02%	81,39%

Fuente: Autor

Figura 60. Recobrado de Prensas Extrusión propuesto



Fuente: Autor

4.1.11 *Diagrama de recorrido propuesto.* Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo H.

4.2 Estudio de tiempos propuestos

En el estudio del puesto de trabajo de briqueteado se determina que es innecesario que un operario este constante en el lugar de trabajo ya que existe un prolongado tiempo de inactividad por parte del mismo, no realiza ningún tipo de esfuerzofísico.

ELEMENTOS	TIEMPOS DE TRABAJO
Llenado de la tolva con viruta de aluminio	00:01:06
SUMATORIA TOTAL	00:01:06

Tiempo normal.

$$T_{\text{normal}} = T_{\text{medio}} \times F_{\text{valoración}}$$

$$T_{\text{normal}} = 66 \text{ seg} \times 1$$

$$T_{\text{normal}} = 66 \text{ segundos} = 00:01:06, \text{ esto es un minuto con catorce segundos}$$

Suplementos.

Los factores de suplementos para el cálculo del tiempo tipo en esta fase propuesta del proceso productivo considerada como la más conflictiva están definidos de la siguiente manera:

- Por retrasos = 1%
- Por fatiga = 1%
- Por necesidades biológicas = 5% por ser hombre.

Tiempo tipo.

$$T_{\text{tipo}} = T_{\text{normal}} + \%S * T_{\text{normal}}$$

$$T_{\text{tipo}} = 66 \text{ seg} + 0.07 * 66 \text{ seg.}$$

$$T_{\text{tipo}} = 70,72 \text{ seg.} = 00:01:10, \text{ esto es un minuto diez segundo}$$

Para el cálculo del tiempo tipo hemos considerado como factor de valoración 1 ya que el operario trabaja a ritmo normal, un porcentaje de tiempos suplementos del 7% tomando en consideración: el 1% por fatiga, el 1% por retraso y un 5% por necesidades personales (hombre) tomando en cuenta el ambiente en el que se realiza dicho trabajo.

4.3 Análisis ergonómico de los puestos y condiciones de trabajo

1) *Planificar la manipulación.* Valorar la posibilidad de utilizar un medio mecánico para manipular esa carga. Tener prevista la ruta de transporte y el punto de destino final del levantamiento, retirando los materiales que entorpezcan el paso. Usar la vestimenta, el calzado y los equipos adecuados.

2) *Colocar los pies.* Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento para lograr totalmente la estabilidad, y evitar la inestabilidad tanto lateral como frontal.

- 3) *Adoptar la postura de levantamiento.* Doblar las piernas manteniendo en todo momento la espalda derecha, y mantener el mentón metido. No flexionar demasiado las rodillas. No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas.
- 4) *Agarre firme.* Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos y mantenerla lo más cerca del cuerpo posible. El mejor agarre será el que tenga asas o hendiduras, si esto no fuera posible sería un agarre regular cuando la mano la podemos posicionar a 90° y hay que tener especial cuidado cuando no se dieran ninguna de las dos anteriores.
- 5) *Levantamiento suave.* Levantarse suavemente, extensionando las piernas y manteniendo la espalda derecha. Para ello, se flexionan las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarse en los talones (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°) el hecho de flexionar las piernas ayuda a mantener recta la columna vertebral. No se debe dar tirones a la carga ni moverla de forma rápida o brusca. Mantener la carga y los brazos pegados al cuerpo.
- 6) *Evitar giros.* Hay que procurar hacer los desplazamientos realizando pequeños pasos para colocarse en la posición adecuada evitando dar giros.
- 7) *Depositar la carga.* Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, como la altura de los hombros o más, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre.

Depositar la carga y después ajustarla si es necesario. Dejar un cierto tiempo entre un levantamiento y otro.

4.4 Distribución propuesta final del área de fundición.

Para mejor comprensión de la secuencia este diagrama se encuentra en el Anexo K.

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS ECONÓMICO-PRODUCTIVO COMPARATIVO

La productividad es la relación que existe entre la producción obtenida en un determinado período de tiempo y los factores utilizados para su obtención.

La productividad está relacionada con la eficiencia técnica y económica de la empresa. Cuando existen varias combinaciones de factores para fabricar un mismo producto la elección depende del precio de los factores de producción.

$$Productividad = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Nº de Horas Hombre Trabajadas}} \quad (12)$$

5.1 Análisis de producción actual

Con base en los datos obtenidos de los tiempos de elaboración en el área de fundición, obtenidos del diagrama de Análisis del Proceso actual y el número de personal empleado para su elaboración se calcula la productividad actual.

5.1.1 Fabricación de briquetas máquina compactadora de viruta de aluminio

$$Productividad Física = \frac{490 \text{ kilogramos de viruta compactado}}{8 \text{ horas} \times 1 \text{ hombres}} \quad (13)$$

$$Productividad Física = 61,5 \text{ kg/horas hombre}$$

5.1.2 Corte de billets en sierra loma

$$Productividad Física = \frac{17450 \text{ kilogramos de billets cortados}}{24 \text{ horas} \times 3 \text{ hombres}} \quad (14)$$

$$Productividad Física = 242,36 \text{ kg/horas hombre}$$

5.1.3 *Fabricación de Billets control del proceso*

$$Productividad Física = \frac{30542 \text{ kg de billets}}{24 \text{ horas} \times 6 \text{ hombres}} \quad (15)$$

$$Productividad Física = 212,09 \text{ kg/horas hombre}$$

5.2 **Análisis de producción propuesta**

Con base en los datos obtenidos de los tiempos de elaboración en el área de fundición, obtenidos del diagrama de Análisis del Proceso propuesto y el número de personal empleado para su elaboración se calcula la productividad propuesta.

5.2.1 *Fabricación de briquetas máquina compactadora de viruta de aluminio*

$$Productividad física = \frac{641 \text{ kilogramos de viruta compactado}}{8 \text{ horas} \times 1 \text{ hombres}} \quad (16)$$

$$Productividad física = 80,12 \text{ kg/horas hombre}$$

5.2.2 *Corte de billets en sierra loma*

$$Productividad Física = \frac{20745 \text{ kilogramos de billets cortados}}{24 \text{ horas} \times 3 \text{ hombres}} \quad (17)$$

$$Productividad Física = 288,13 \text{ kg/horas hombre}$$

5.2.3 *Fabricación de Billets control del proceso*

$$Productividad Física = \frac{36212 \text{ kg de billets}}{24 \text{ horas} \times 6 \text{ hombres}} \quad (18)$$

$$Productividad Física = 251,47 \text{ kg/horas hombre}$$

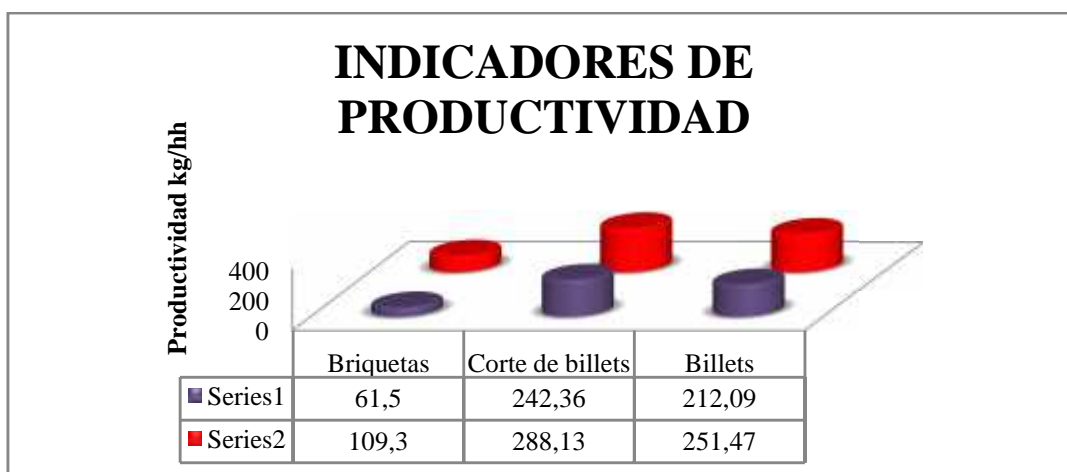
5.3 Resultados de los indicadores de productividad

Tabla 74. Indicadores de productividad.

Producto	Indicadores de productividad		
	Actual (kg/hh)	Propuesto (kg/hh)	Incremento
Briquetas	61,5	80,12	30%
Corte de billets	242,36	288,13	19%
BILLETS	212,09	251,47	19%

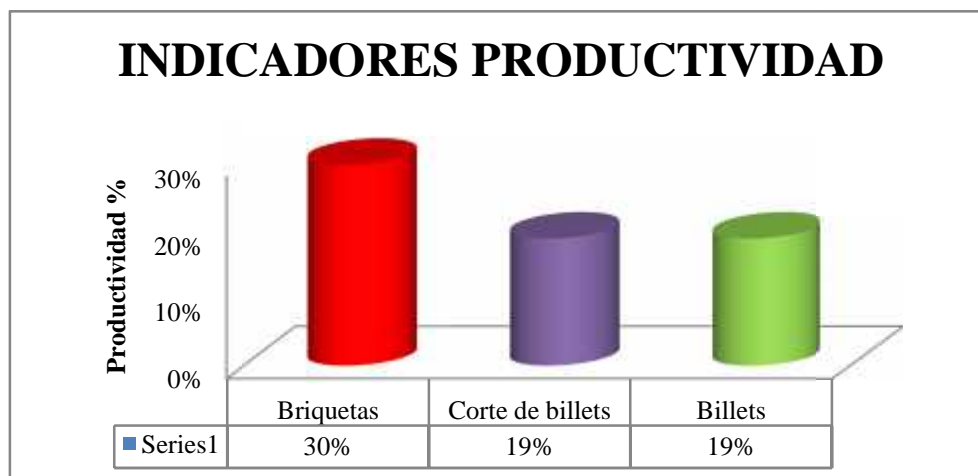
Fuente: Autor

Figura 61. Indicadores de productividad



Fuente: Autor

Figura 62. Indicadores de productividad



Fuente: Autor

Como se puede observar la figura tenemos un incremento de la productividad para briquetas con un incremento de 30% de productividad, para corte en sierra loma un incremento de 19 %, para billets un incremento de 19 %.

5.4 Análisis diario de incremento monetario

5.4.1 Incremento diario monetario de briqueteado

Tabla 75. Incremento diario monetario de briqueteado

	Producción (Kg)	Valor	Total
Método Actual	490	\$ 1,09	\$ 535,00
Método Propuesto	641	\$ 1,02	\$ 652,77
Incrementos	151	\$ 0,07	\$ 118,21

Fuente: Autor

5.4.2 Incremento diario monetario de sierra loma

Tabla 76. Incremento diario monetario de Sierra loma

	Producción (Kg)	Valor	Total
Método Actual	17.459	\$ 2,09	\$ 36.451
Método Propuesto	20.745	\$ 2,08	\$ 43.299

Fuente: Autor

5.4.3 Incremento diario monetario de control de proceso

Tabla 77. Incremento diario monetario de control de proceso

	Producción (Kg)	Valor	Total
Método Actual	30.542	\$ 2,08	\$ 63.942
Método Propuesto	36.212	\$ 2,07	\$ 75.566
Incrementos	5.670	\$ 0,01	\$ 11.624

Fuente: Autor

5.5 Inversiones

Para la ejecución de esta propuesta será necesaria la adquisición de equipos y accesorios los cuales serán necesarios para el cumplimiento de dichas propuestas.

5.5.1 Detalles de inversión

5.5.1.1 Bomba dosificadora

Tabla 78. Bomba dosificadora

Bomba dosificadora				
Detalles	Observación	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Bomba dosificadora	PULSAFEEDER	1	\$ 740	\$ 740
Total				\$740

Fuente: Interoc S.A

5.5.1.2 Reubicación de sierra loma

Tabla 79.Reubicación sierra loma

Reubicación de espacio para sierra loma					
Detalles	Nº	unidades	Cantidad	Costo unt.	Costo T.
Mano de obra indirecta					
Ingeniero Electromecánico	1	horas	8	\$ 17	\$ 136
Mano de obra directa					
Mecánico industrial	1	horas	4	\$ 12	\$ 48
Auxiliar de mecánico	1	horas	4	\$ 9	\$ 36
Materiales					
Perno de anclaje	8	unidades		\$ 5	\$ 40
TOTAL					\$ 260

Fuente: Autor

5.5.1.3 Capacitación.

Tabla 80.Capacitación.

Capacitación				
Detalles	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Capacitación 1	horas	1	\$150	\$150
Capacitación 2	horas	1	\$100	\$100
TOTAL				\$250

Fuente: Autor

5.5.2 Inversión Total

5.5.2.1 Inversión Total Permanente

Tabla 81. Inversión total permanente

Descripción	Valor total
Bomba dosificadora	\$740
Reubicación de espacio para sierra loma	\$ 260
Capacitación	\$250
Total	\$1250

Fuente: Autor

5.5.3 Periodo de recuperación del capital permanente

$$PRIC = \frac{\text{Inversión total permanente}}{\text{Flujo de ingresos mensual}}$$

$$PRIC = \frac{\$1.250}{\$7.620,22}$$

$$PRIC = 0,16 \text{ meses}$$

$$PRIC = 4,8 \text{ dias}$$

5.1.1.1 Costos de operación

Tabla 82. Costos de operación

Descripción	Valor total
Biodispersante	\$ 2816,70
Sistema de filtrado	\$ 1340
Protección Personal	\$ 750
Total	\$ 4906,70

Fuente: Autor

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo al análisis de los métodos actuales y propuestos, las mejoras en puestos de trabajo y a las combinaciones de los mismos nos permiten maximizar la productividad, con la utilización de un operario en las máquinas de sierra loma y briqueteado.

Al realizar un análisis un diagrama propuesto de las actividades de cada puesto de trabajo, se pudo aprovechar la utilización del operario y de la máquina.

Al analizar los tiempos actuales de trabajo y tiempos propuestos se logró la optimización de los tiempos de trabajo en el briqueteado reduciendo 8,97 minutos.

Se ha logrado optimizar los métodos de trabajo en el proceso de fundición, seleccionando y examinando cada método de forma individual para obtener un máximo rendimiento de materias primas, máquinas etc. Dándonos como incremento un 30 % en cada puesto de trabajo.

Se ha analizado y estudiado sistemáticamente cada una de las actividades en las que se descompone el trabajo eliminando, combinando, predisponiendo y simplificando detalles para proponer las mejoras necesarias como en el caso de la briqueteadora que se combinó para que el operario que corta en sierra loma pueda compactar en la máquina briqueteadora por ende reducimos el costo de fabricación de cada briqueta.

6.2 Recomendaciones

Informar sobre los métodos de trabajo, así como también el adiestramiento al personal para que realice el trabajo en la forma determinada por el método desarrollado, dicho adiestramiento deberá estar a cargo de una persona especializada del departamento de producción.

Utilizar el manual de parámetros para la máquina briqueteadora que ayudará a aumentar la productividad de briquetas, por ende el mayor consumo de viruta.

Realizar una planificación adecuada que facilite las actividades tanto de producción como de mejora de distribución e instrucción de métodos de trabajo, sin interrumpir el normal desempeño de la producción.

Controlar la frecuencia de los chispeos (cada 30 min), de las muestras de calidad de la aleación para disminuir los rechazos por fuera de aleación.

BIBLIOGRAFÍA

- CEDAL. 2013.** Corporación Ecuatoriana de Aluminio.
http://cedal.com.ec/produccion_cedal.php. [En línea] 20 de 04 de 2013. [Citado el: 20 de 04 de 2013.] *http://cedal.com.ec/produccion_cedal.php*.
- CURRIE, Microform Review. 1979.** Análisis y Medición del Trabajo. *Análisis y Medición del Trabajo*. Mexico : Diana, 1979, 1979.
- FUERTE, Marcelino. 2000.** Métodos y tiempos. *Métodos y tiempos*. Riobamba : s.n., 2000.
- MENÉNDEZ, Rodrigo.** *www.ergonautas.com*. [En línea] [Citado el: 08 de Febrero de 2013.] *http://www.ergonautas.upv.es/metodos/ginsht/GINSHT_online.php*.
- . *www.ergonautas.com*. [En línea] [Citado el: 08 de Febrero de 2013.] *http://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php*.
- NIEBEL, Benjamin. 1996.** Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos. *Ingeniería industrial*. Madrid : Alfaomega, 1996, 1996.
- O.I.T. 1973.** Introducción al estudio del trabajo. *O.I.T. Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra : Ginebra 1973, 1973.
- RIGGS, James L. 1999.** Planeación, análisis y control. *Sistemas de producción*. México : Editorial Limusa S.A. De C.V., 1999, 1999.
- VEDDER, Wolfgang. 1977.** Ergonomía. *Enciclopedia de salud y seguridad industrial*. España : Siglo XXI de España Editores, 1977, 1977.